

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局

特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類7 H01L 21/304, B24B 37/04	A1	(11) 国際公開番号 WO00/60650  (43) 国際公開日 2000年10月12日(12.10.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/01545  (22) 国際出願日 2000年3月14日(14.03.00)  (30) 優先権データ 特願平11/91077 1999年3月31日(31.03.99) JP 特願平11/345058 1999年12月3日(03.12.99) JP 特願2000/11126 2000年1月20日(20.01.00) JP 特願2000/25323 2000年2月2日(02.02.00) JP  (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-1005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo, (JP)  (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 石川 彰(ISHIKAWA, Akira)[JP/JP] 千賀達也(SENGA, Tatsuya)[JP/JP] 宮地 章(MIYAJI, Akira)[JP/JP] 潮嘉次郎(USHIO, Yoshiji)[JP/JP] 〒100-1005 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 株式会社 ニコン内 Tokyo, (JP)		(74) 代理人 細江利昭(HOSOE, Toshiaki) 〒221-0822 神奈川県横浜市神奈川区西神奈川一丁目 3番6号 コーポフジ605号 Kanagawa, (JP)  (81) 指定国 CN, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)  添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title: POLISHING BODY, POLISHER, METHOD FOR ADJUSTING POLISHER, METHOD FOR MEASURING THICKNESS OF POLISHED FILM OR END POINT OF POLISHING, METHOD FOR PRODUCING SEMICONDUCTOR DEVICE  (54) 発明の名称 研磨体、研磨装置、研磨装置の調整方法、研磨膜厚又は研磨終点の測定方法、及び半導体デバイスの製造方法  <div data-bbox="183 1272 1336 1457"> </div> (57) Abstract A transparent window plate (31) is fitted in a hole made in a polishing pad (21). There is a distance a between the top of the transparent window plate (31) and the top serving as a polishing surface of the polishing pad (21). While polishing, a polishing head holding a wafer is pressed against the polishing pad by a pressing mechanism, and the polishing pad (21) and the transparent window plate (31) are compressed. However, the distance a is maintained constant above a reference value. The top of the transparent window plate (31) is recessed from the top of the polishing pad (21), and therefore the surface of the transparent window plate (31) is not scratched during dressing, thereby prolonging the life of the polishing pad.		



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.  
H01L 21/304

(11) 공개번호 특2001-0089717  
(43) 공개일자 2001년10월06일

(21) 출원번호	10-2001-7008191	(87) 국제공개번호	WO 2000/60650
(22) 출원일자	2001년06월27일	(87) 국제공개일자	2000년10월12일
변역문제출일자	2001년06월27일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2000/01545		
(86) 국제출원출원일자	2000년03월14일		
(81) 지정국	국내 특허 : 중국 대한민국 싱가포르 미국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀란드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴		
(30) 우선권주장	1999-91077 1999년03월31일 일본(JP) 1999-345058 1999년12월03일 일본(JP) 2000-11126 2000년01월20일 일본(JP) 2000-25323 2000년02월02일 일본(JP)		
(71) 출원인	가부시키가이샤 니콘 시마무라 테루오		
(72) 발명자	일본 도쿄도 지요다구 마루노우치 3초메 2방 3고 이시카와아키라 일본도쿄도지요다구마루노우치3초메2방3고가부시키가이샤니콘나이 센가타츠야 일본도쿄도지요다구마루노우치3초메2방3고가부시키가이샤니콘나이 미야자마키라 일본도쿄도지요다구마루노우치3초메2방3고가부시키가이샤니콘나이 우치오요시지로 일본도쿄도지요다구마루노우치3초메2방3고가부시키가이샤니콘나이		
(74) 대리인	특허법인코리아나		

심사결과 : 있음

(54) 연마체, 연마장치, 연마장치의 조정방법, 연마막 두께 또는 연마중점의 측정방법, 및 반도체 디바이스의 제조방법

요약

투명창판 (31) 은, 연마패드 (21) 에 구멍이 뚫린 후에 그 구멍에 끼워넣어져 있다. 여기서, 투명창판 (31) 의 상면과 연마패드 (21) 의 가공면인 최표면과의 사이에는 간격 a 가 취해져 있다. 연마시에 웨이퍼를 지지한 연마헤드가 연마패드상에 가공기구에 의해, 가공되어, 연마패드 (21) 와 투명창판 (31) 은 압축된다. 이 때, 간격 a 는 일정하며, 또한 기준치 이상의 수치가 유지되도록 되어 있다. 투명창판 (31) 의 상측 표면이 연마패드 (21) 의 상측 표면으로부터 음쪽 패여있기 때문에, 드레싱할 때 투명창판 (31) 의 표면이 손상되지 않아, 연마패드의 수명이 길어진다.

도표도

도3

색인어

연마체, 연마장치, 연마중점

참고문헌

기술분야

본 발명은, 예컨대 ULSI 등의 반도체 디바이스를 제조하는 방법에 있어서, 반도체 디바이스의 연마에 사

용하기에 적합한 연마제, 연마장치, 연마장치의 조정방법, 연마막 두께 또는 연마중점의 측정방법, 및 반도체 디바이스의 제조방법에 관한 것이다.

# 배경기술

반도체 집적회로의 고집적화, 미세화에 따라, 반도체 제조 프로세스의 공정은 증가되고 복잡해지고 있다. 이에 따라, 반도체 디바이스의 표면은, 반드시 평탄하지만은 않게 되었다. 반도체 디바이스의 표면에서의 단차의 존재는, 배선의 단절단(step breakage), 국소적인 저항의 증대 등을 초래하고, 단선이나 전기용량의 저하를 초래한다. 또한, 절연막에서는 내전압 열화나 리크의 발생으로도 이어진다.

한편, 반도체 집적회로의 고집적화, 미세화에 따라, 광리소그래피에 사용되는 반도체 노광장치의 광원파장은 짧아지고, 반도체 노광장치의 투영렌즈의 개구수, 소위 NA는 커지고 있다. 이에 따라, 반도체 노광장치의 투영렌즈의 초점심도는 실질적으로 얕아지고 있다. 초점심도가 얕아지고 있는 것에 대응하기 위해서는, 지금까지 이상으로 반도체 디바이스의 표면의 평탄화가 요구되고 있다.

구체적으로 나타내면, 반도체 제조과정에서는 도 1에 나타낸 바와 같은 평탄화 기술이 필수가 되고 있다. 실리콘웨이퍼 (11) 상에 반도체 디바이스 (14), SiO<sub>2</sub> 로 이루어진 층간절연막 (12), Al 로 이루어진 금속막 (13) 이 형성되어 있다. 도 1(a) 는 반도체 디바이스의 표면의 층간절연막 (12) 을 평탄화하는 예이다. 도 1(b) 는 반도체 디바이스의 표면의 금속막 (13) 을 연마하여, 소위 데마신(damascene) 을 형성하는 예이다.

이와 같은 반도체 디바이스 표면을 평탄화하는 방법으로는, 화학적 기계적 연마 (Chemical Mechanical Polishing 또는 Chemical Mechanical Planarization, 이하에서는 CMP 라 칭한다) 기술이 널리 행해지고 있다. 현재, CMP 기술은 실리콘웨이퍼의 전면을 평탄화할 수 있는 유일한 방법이다.

CMP 는 실리콘웨이퍼의 경면연마법을 기초로 발전하고 있다. 도 2 는, CMP 에 사용하는 연마 (평탄화) 장치의 개략구성도이다. 연마장치는 연마부재 (15), 연마대상을 지지부 (이하, 연마헤드라 칭하기도 한다) (16), 및 연마제 공급부 (18) 로 구성되어 있다. 그리고, 연마헤드 (16) 에는, 연마대상물인 실리콘웨이퍼 (17) 가 장착되고, 연마제 공급부 (18) 는, 연마제 (슬러리) (19) 를 공급한다. 연마부재 (15) 는, 정반 (20) 상에 연마제 (이하, 연마패드라 칭하기도 한다) (21) 를 부착한 것이다.

실리콘웨이퍼 (17) 는 연마헤드 (16) 에 의해 지지되며, 회전시키면서 요동하고, 연마부재 (15) 의 연마제 (21) 에 소정의 압력으로 강압된다. 연마부재 (15) 도 회전시키고, 실리콘웨이퍼 (17) 와의 사이에서 상대운동하게 한다. 이 상태에서, 연마제 (19) 가 연마제 공급부 (18) 로부터 연마제 (21) 상으로 공급되고, 연마제 (19) 는 연마제 (21) 상에서 확산되어, 연마부재 (15) 와 실리콘웨이퍼 (17) 의 상대운동에 따라 연마제 (21) 와 실리콘웨이퍼 (17) 사이로 들어가, 실리콘웨이퍼 (17) 의 연마면을 연마한다. 즉, 연마부재 (15) 와 실리콘웨이퍼 (17) 의 상대운동에 의한 기계적 연마와, 연마제 (19) 의 화학적 작용이 상승적으로 작용하여 양호한 연마가 행해진다.

실리콘웨이퍼의 연마량과 상술한 연마조건의 관계는, (1) 식에 나타내는 Preston 식으로 불리는 경험식에 의해 부여된다.

$$R = k \times P \times V \quad (1)$$

여기서, R 은 실리콘웨이퍼의 연마량, P 는 실리콘웨이퍼를 연마체에 누르는 단위면적당 압력, V 는 연마부재와 실리콘웨이퍼의 상대운동에 의한 상대선속도, k 는 비례상수이다.

종래, CMP 의 연마의 증점은, 수신평의 더미 샘플의 연마를 실시하고, 세정공정을 거친 후에, 엘립소미터 등에 의한 막두께 계측에 의해 산출된 연마속도를 기초로 한 Preston 식에 의한 시간관리로 결정되어 있다. 그러나, CMP 에서는, 연마체의 온도분포나, 연마제의 공급상태의 장소적인 차이에 의해, 연마속도에 편차가 생긴다. 또한, 연마체의 표면상태의 변화에 따라, 처리장수에 의한 연마속도의 저하나, 연마체의 개체차에 의한 연마속도의 차이 등이 있기 때문에, 소정 연마량을 시간관리로 행하는 증점판정은 곤란하다.

또한 시간관리의 방법은, 연마속도를 구하기 위해 수신평의 더미 샘플을 이용한 연마작업을 필요로 하기 때문에, 이 연마작업이 비용상승의 원인이 되므로, 반도체 디바이스의 제조 프로세스의 안정화나 생산비용 감소를 위해서는 바람직하지 않다.

이 때문에, 시간관리에 의한 증점판정 대신, 모터 토크, 진동 등을 그 자리에서 계속 (in-situ 계속) 하면서, 증점을 판정하는 방법이 제안되고 있다. 이러한 방법은, 연마의 대상이 되는 재료가 변화하는 CMP (예컨대, 배선재료의 CMP, 스토퍼층이 있는 CMP) 에서는, 어느 정도 유효하다. 그러나, 복잡한 패턴을 갖는 실리콘웨이퍼의 경우에는, 연마대상의 재료의 변화가 작기 때문에, 증점을 판정하는 것이 곤란한 경우가 있다. 또한, 층간절연막의 CMP 의 경우, 배선간 용량을 제어할 필요가 있기 때문에, 연마중점이 아니라, 남은 막두께의 관리가 요구되고 있다. 모터 토크, 진동 등을 그 자리에서 계속 (in-situ 계속) 하여, 증점을 판정하는 방법으로 막두께를 측정하는 것은 곤란하다.

상기의 문제를 해결하기 위해, 최근에는 광학측정, 특히 분광반사측정에 의한 in-situ 증점 검출이나 in-situ 막두께 계측이 유효해지고 있고, 예컨대, USP5,433,651 호 공보에 그 일례가 기재되어 있다. in-situ 계측의 구성은, 도 2 에 나타낸 바와 같이, 정반 (20) 및 연마제 (21) 에 측정용의 개구부 (22) 를 설치하고, 개구부 (22) 를 통하여 연마상태를 측정하는 연마상태 측정장치 (23) 에 의해 연마대상물 표면을 관찰하는 방법이 일반적이다. 도 2 에는 도시되어 있지 않으나, 일반적으로 개구부를 막기 위해 투명한 창이 연마제 (21) 등에 설치되어 있다. 창을 설치함으로써, 연마상태 측정장치 (23) 로부터의 측정광은 창을 통과하지만, 연마제 (19) 가 개구부 (22) 로부터 연마상태 측정장치 (23) 로 누설되는 것을 방지할 수 있다. 창을 설치하지 않은 경우는, 슬러리나 세정 등에 사용되는 물이 거기에서 누설되기 때문에, 복잡한 기구를 필요로 하고, 장치가 복잡해진다.

연마제 (21) 로는, 지금까지 발포 폴리우레탄으로 이루어진, 소위 발포 연마패드가 사용되어 왔다.

그러나, 발포 폴리우레탄의 연마페드는, 연마제가 눈을 막히게 하여 연마특성이 불안정해진다. 이 때문에, 발포 폴리우레탄의 연마패드에서는, 안정된 연마를 하기 위해서는 다이아몬드 스톤(砥石)에 의해 연마페드의 표면을 드레싱하는 것이 일반적이다. 드레싱은 눈이 막힌 연마제를 배제함과 동시에, 발포 폴리우레탄의 연마패드 표면을 깎아 내리고, 프레시한 연마패드면을 만들어 내는 처리이다. 그리고, 최근에는 드레싱이 불필요한 무발포 연마체도 사용되고 있다.

이상의 광학적 측정을 위해 연마페드에 측정용 창을 설치할 경우, 연마체는 일반적으로 투명하지 않기 때문에, 창으로 하는 부분에 연마체와는 재질이 다른 투명재료를 배치할 필요가 있다. 이 재료는, 연마체의 재료와는 기계물성이 일반적으로 다르기 때문에, 연마속도의 차이, 연마의 불균일, 손상을 발생시키는 원인이 될 위험이 높다. 또한, 상기 드레싱시에 연마체(연마패드)를 깎아 내림과 동시에, 창이 손상되어 광학적으로 불투명해지므로 in-situ 측측을 실시할 수 없게 된다는 문제가 있다.

또한, 연마시에는 연마체 상에 연마제를 토출하므로, 관찰은 연마제를 통한 상태가 된다. 산란체인 연마체는 측정광을 감쇠시키기 때문에, 고정밀도의 측정을 할 때에는 측정광로에 개재하는 연마체는 적은 편이 좋다. 즉, 연마체의 표면과 창이 연마대상물측 표면에 단차가 있으면, 개구부에 연마제가 고여서, 측정광을 감쇠시키기 때문에, 단차는 없는 편이 좋다.

또한, 연마상태를 측정하기 위한 광의 강도의 손실을 줄이기 위해, 창이 실리콘웨이퍼측의 반대 표면에 반사방지막을 설치하는 것이 바람직하다. 그러나, 부드러운 재료로 제조된 창에 반사방지막을 형성한 경우, 창이 굴곡에 의해 반사방지막에 크랙이 생기거나, 창이 유리전이온도가 낮기 때문에 온도변화에 의해 창이 늘어나거나 줄어들어서 반사방지막에 크랙이 생긴다. 이 때문에, 창이 부드러운 재료로 제조되어 있는 경우는, 반사방지막의 형성이 곤란하다는 문제가 있다.

또한, 실리콘웨이퍼에 손상을 주지 않는 부드러운 투명재료, 예컨대, 폴리우레탄, 나일론, 연질 마크릴 등을 개구부에 배치한 경우, 정반의 회전에 의해, 실리콘웨이퍼의 아래에 개구부가 왔을 때 창에 가해지는 압력이 변동하여, 설치된 창이 변형을 일으켜 광학적으로 변형된다. 그 변형에 의해 창이 렌즈 등으로서의 기능을 가지게 되기 때문에, 연마중점의 검출이나 막두께의 측정이 불안정해진다는 문제가 있다.

또한, 창과 연마대상물 사이의 연마체의 두께가 일정하지 않아, 연마막 두께 또는 연마중점의 측정에서, 잘못 측정하게 되는 경우가 있다는 문제가 있다.

# 발명의 상세한 설명

## 발명의 개시

본 발명의 제 1 목적은 상기 문제를 해결하는 것이며, 광을 이용하여 연마상태를 측정할 수 있는 연마장치에 사용되는 연마체로서, 연마에 불안정성을 주지 않는 연마체, 또 번잡한 기구가 불필요한 측정창을 갖는 연마체, 드레싱으로 손상되는 등의 문제가 일어나지 않는 연마체, in-situ 에서의 연마중점의 검출에 불안정성을 주지 않는 연마체, 및 이들 연마체를 사용한 연마장치를 제공하는 것이다.

또한, 광을 이용하여 연마상태를 측정할 수 있는 연마장치로서, 연마체에 손상을 주거나 측정이 불안정해지지 않는 연마장치, 연마막 두께 또는 연마중점의 측정에 있어서, 잘못 측정하는 경우가 없는 연마장치의 조정방법 및 연마중점의 판정방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 제 2 목적은, 이상과 같은 연마장치, 연마장치의 조정방법, 연마중점의 판정방법을 이용함으로써, 연마공정의 비용절감을 도모함과 동시에, 연마상태를 정밀하게 검출함으로써 공정효율화를 꾀하고, 이에 의해 종래의 반도체 디바이스 제조방법에 비해 저비용으로 반도체 디바이스를 제조할 수 있는 반도체 디바이스 제조방법을 제공하는 것이다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 1 발명은, 연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 연마체로서, 상기 연마체에는, 상기 연마대상물의 피연마면을 광학적으로 측정하는 측정광을 통과시키기 위한 1 이상의 개구부가 설치되고, 이 개구부에는, 적어도 측정광에 대해 투명한 창판이 끼워넣어져 있고, 비가중시에서의 상기 연마체의 최표면(연마대상물과 접촉하는 면)과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격이 연마중시에서의 상기 연마체의 압축변형량보다도 크게 조정되어 있는 것을 특징으로 하는 연마체(청구항 1)이다.

본 발명에서는, 비가중시에서의 상기 연마체의 최표면과 상기 창판의 상기 최표면측 면(이하, 상면이라 부르는 경우가 있음)과의 간격이 연마중시에서의 상기 연마체의 압축변형량보다도 크게 조정되어 있기 때문에, 연마중시에 상기 연마체가 압축변형하여 줄어들더라도, 연마체의 최표면이 창판의 최표면보다도 연마대상물측에 있다. 따라서, 연마중시에도, 창판이 연마대상물과 접촉하지 않아, 창판이 손상되는 것을 방지할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 2 발명은, 연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 연마체로서, 상기 연마체에는, 상기 연마대상물의 피연마면을 광학적으로 측정하는 측정광을 통과시키기 위한 1 이상의 개구부가 설치되고, 이 개구부에는, 적어도 측정광에 대해 투명한 창판이 끼워넣어져 있고, 이 창판은, 2 장 이상의 투명재료로 이루어진 판이 적층되어 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 연마체(청구항 2)이다.

본 발명에서는, 개구부에 설치되어 있는 창판이 2 장 이상의 투명재료로 이루어지는 판의 적층체로 형성되어 있기 때문에, 연마대상물측 투명재료의 압축탄성을(경도)과 기타 투명재료의 압축탄성을(경도)을 변경함으로써, 1 개의 창에서 연마대상물측 표면의 압축탄성을(경도)과 연마대상물측의 반대측 표면의 압축탄성을(경도)을 다르게 할 수 있다. 이에 의해, 각각의 창재의 압축탄성을(경도)을 적합한 값으로 할 수 있고, 창 전체로서의 압축탄성을(경도)도 적합한 것으로 할 수 있다. 본 발명은

청구항 1 에 기재된 발명에도 적용할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하는 제 3 발명은, 청구항 2-에 기재된 발명으로써, 상기 창판은 적층된 2 장의 투명재료판으로 이루어지고, 그 투명재료판 중의 상기 연마대상물측 투명재료판의 압축탄성률은, 상기 연마대상물측의 반대측 투명재료판의 압축탄성률보다 작게 되어 있는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 3) 이다.

이에 의해, 연마대상물측의 반대측 투명재료판이 압축탄성률이 큰 (딱딱한) 재료가 되므로 창이 변형되는 일이 없어지고, 창이 변형에 의한 연마중점의 검출의 불안정이나 막두께의 측정의 불안정이 발생하지 않게 된다.

상기 목적을 달성하기 위한 제 4 발명은, 청구항 2 또는 3 에 기재된 발명으로써, 상기 투명재료 중의 상기 연마대상물측 투명재료의 압축탄성률  $\sigma$  는,  $2.9 \times 10^8 \text{ Pa} \leq \sigma \leq 1.47 \times 10^9 \text{ Pa}$  이며, 연마체의 압축탄성률과 거의 동일한 것을 특징으로 하는 것 (청구항 4) 이다.

이에 의해, 연마대상물측 투명재료의 압축탄성률이 연마체의 압축탄성률과 거의 같은 값을 갖게 되므로, 연마시의 하중에 의한 변형에 따라, 창재가 연마체의 표면으로부터 뚫려져 연마대상물과 접촉하여, 연마대상물을 손상시키는 일이 없어진다. 또한, 연마의 불균일은 발생하지 않게 된다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 5 발명은, 연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마체를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 연마체로서, 상기 연마체에는, 상기 연마대상물의 피연마면을 광학적으로 측정하는 측정광을 통과시키기 위한 1 이상의 개구부가 설치되고, 이 개구부에는, 적어도 측정광에 대해 투명한 창판이 끼워넣어져 있고, 상기 연마체의 표면에 대해 상기 창판의 상기 연마대상물측 표면이 움푹 패여있고, 그 패임깊이 단계적 또는 연속적으로 변화하고 있는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 5) 이다.

이러한 연마체에서는, 창판의 연마체 표면에 대한 패임깊이 변화하고 있기 때문에, 연마체의 변형 등에 기인하여, 드레싱 또는 연마에 의해 창판의 표면이 손상되더라도, 그 손상 부분은 일부분에 한정된다. 따라서, 이러한 것이 발생한 경우에는, 손상되지 않은 부분을 선택하여, 그 부분을 사용하여 연마대상물의 연마면을 관찰함으로써, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있고, 연마체 또는 창판의 교환빈도를 감소시킬 수 있다. 이에 의해, 연마에 필요한 비용을 감소시킬 수 있다.

개구부에서의 연마체의 표면부에 해당하는 부분과 창판의 표면 사이에는, 연마체가 들어감으로써, 그만큼 측정광이 흡수되기 때문에, 가능한한 패임깊은 작은 편이 바람직하다. 그러나, 이 패임깊이를 얇게 하면, 상기와 같은 이유로 창이 손상되기 쉬워진다. 본 발명은 이 트레이드오프를 해결하는 것으로, 가능한한 패임깊이 작은 개구부를 사용하여, in-situ 계측을 실시하고, 그 창이 손상된 경우에는, 보다 패임깊이 깊은 부분이며 손상되지 않은 부분을 사용함으로써, 이 트레이드오프를 해결하고 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 6 발명은, 청구항 5 에 기재된 발명으로써, 상기 개구부를 복수개 가지며, 상기 패임깊이 상기 개구부마다 상이하여, 상기 패임깊이 단계적으로 변화하고 있는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 6) 이다.

이에 의해, 연마상태를 측정하는 장치에 의해 연마대상물의 연마상태를 관찰할 때, 드레싱 또는 연마에 의해, 패임깊이 작은 개구부의 창이 손상되더라도, 패임깊이 큰 개구부의 창은 손상되지 않는다. 따라서, 전술한 이유로, 처음에는 패임깊이 작은 개구부를 측정에 사용하고, 그 창이 손상된 경우에는, 연마상태를 측정하는 장치에 의한 연마대상물의 연마상태의 관찰을 초기상태에서의 패임깊이 달라 손상되지 않은 개구부의 창으로 전환함으로써, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 7 발명은, 청구항 5 에 기재된 발명으로써, 상기 패임깊이 동일한 개구부내의 2 이상의 부분에서 상이하여, 상기 패임깊이 단계적으로 변화하고 있는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 7) 이다.

이에 의해, 연마상태를 측정하는 장치에 의해 연마대상물의 연마상태를 관찰할 때, 측정에 사용하고 있는 창판의 일부 (대부분의 경우 패임깊이 작은 부분) 가 손상되었을 때, 연마상태를 측정하는 장치에 의한 연마대상물의 연마상태의 관찰을, 초기상태에서의 패임깊이 달라 손상되지 않은 창판의 부분으로 전환함으로써, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 8 발명은, 청구항 5 에 기재된 발명으로써, 상기 창판이 평행평판상의 투명판이며, 상기 창판은 상기 연마체의 표면에 대해 비스듬하게 설치되어 있어 상기 패임깊이 연속적으로 변화하도록 되어 있는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 8) 이다.

이에 의해, 연마상태를 측정하는 장치에 의해 연마대상물의 연마상태를 관찰할 때, 측정에 사용하고 있는 창판의 일부 (대부분의 경우 패임깊이 작은 부분) 가 손상되었을 때, 연마상태를 측정하는 장치에 의한 연마대상물의 연마상태의 관찰을, 초기상태에서의 패임깊이 달라 손상되지 않은 창판의 부분으로 전환함으로써, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하는 제 9 발명은, 연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마체를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 연마체로서, 상기 연마체에는, 상기 연마대상물의 피연마면을 광학적으로 측정하는 측정광을 통과시키기 위한 1 이상의 개구부가 설치되고, 이 개구부에는, 적어도 측정광에 대해 투명한 창판이 끼워넣어져 있고, 상기 연마체의 표면에 대해 상기 창판의 상기 연마대상물측 표면이 움푹 패여있고, 상기 창판은, 박리가능한 복수장의 투명재료로 이루어진 판재로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 9) 이다.

본 수단에서는, 연마상태를 측정하는 장치에 의해 연마대상물의 연마상태를 관찰할 때, 측정에 사용하고 있는 창판의 표면이 손상되었을 때, 손상된 판재를 박리하고, 그 아래에 있는 판재를 표면으로 노출시켜,

연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 10 발명은, 청구항 1 내지 9 중 어느 하나에 기재된 발명으로써, 상기 연마체의 최표면과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격의 최소값  $\delta$  가,  $0\mu\text{m} < \delta \leq 400\mu\text{m}$  인 것을 특징으로 하는 것 (청구항 10) 이다.

통상의 연마제를 고려한 경우, 그 최표면과 창판의 최표면측 면과의 간격  $\delta$  (패임량) 가  $400\mu\text{m}$  을 초과하면, 그 간격 (구멍) 에 들어가는 연마제 때문에 측정광이 흡수되어, 연마대상물의 연마면의 상태를 측정하는 것이 곤란해진다. 따라서, 측정광이 통과하는 위치에서의 이 간격은  $400\mu\text{m}$  이하인 것이 바람직하다. 하나의 개구부내, 또는 상이한 개구부 사이에서 장소에 따라 이 간격 (깊이) 이 다른 경우는, 최표면측 면과의 간격의 최소값  $\delta$  가 이 범위에 들어가도록 해두면, 간격이 이 범위에 들어가는 부분을 사용하여 측정할 수 있다. 또, 패임량은 적어도 0. 을 초과하기 때문에, 창판과 연마대상물이 접촉하는 일이 없어진다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 11 발명은, 청구항 1 내지 9 중 어느 하나에 기재된 발명으로써, 상기 연마체의 최표면과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격의 최소값  $\delta$  가,  $10\mu\text{m} < \delta \leq 200\mu\text{m}$  인 것을 특징으로 하는 것 (청구항 11) 이다.

상기와 같이, 연마체의 최표면과 창판의 최표면측 면과의 간격의 최소값  $\delta$  는  $400\mu\text{m}$  이하인 것이 바람직하지만, 더욱 바람직한 범위로서, 본 발명에서는, 이 간격  $\delta$  를  $200\mu\text{m}$  이하로 제한한다. 또, 창체가 연마체의 표면으로부터 노출되지 않는 바람직한 범위로서, 이 간격  $\delta$  를  $10\mu\text{m}$  이상으로 제한한다.

상기 과제를 해결하기 위한 제 12 발명은, 상기 청구항 1 내지 9 중 어느 하나에 기재된 발명으로써, 상기 연마체의 최표면과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격  $\delta$  (하나의 개구부내, 또는 상이한 개구부 사이에서 간격  $\delta$  가 다른 경우는 그 최대값) 가,  $0\mu\text{m} < \delta \leq (\text{연마체의 두께의 } 90\%)$  이며, 상기 창판의 두께 (하나의 개구부내, 또는 상이한 개구부 사이에서 두께가 다른 경우는 그 최소값)  $t$  는,  $t \geq (\text{연마체의 두께의 } 10\%)$  인 것을 특징으로 하는 것 (청구항 12) 이다.

이에 의해, 창과 연마대상물이 접촉하는 일이 없어지므로, 연마대상물이 손상되거나 창이 손상되는 일이 없어진다. 또, 패임부의 깊이가 너무 깊지 않기 때문에, 패임부에 들어가는 슬러리에 의해 측정광이 감쇠하여 안정된 측정을 할 수 없게 되는 것을 방지할 수 있다. 또한, 창이 두께가 너무 얇기 때문에 창이 변형되는 일이 없어지고, 창이 변형에 의한 연마중점의 검출의 불안정이나 막두께의 측정의 불안정이 발생하지 않게 된다.

상기 과제를 해결하기 위한 제 13 발명은, 청구항 1 내지 12 중 어느 하나에 기재된 발명으로써, 상기 창판의 적어도 연마대상물측 표면이 하드코팅되어 있는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 13) 이다.

상술한 바와 같이, 연마체의 최표면과 창판의 최표면측 면과의 간격은, 연마시의 가중을 고려하여, 창판이 웨이퍼 또는 연마헤드의 리테이너링에 접촉하지 않도록 결정되어 있음에도 불구하고, 드물게는 연마시의 불규칙한 진동 때문에, 창판이 웨이퍼 또는 연마헤드의 리테이너링에 돌발적으로 접촉하여 손상되는 경우가 있기 때문에, 이를 방지하기 위하여 창판의 적어도 웨이퍼측 표면에 하드코팅하는 것이 바람직하다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 14 발명은, 청구항 1 내지 13 에 기재된 연마체로서, 상기 창체의 측정광에 대한 투과율이 22% 이상인 것을 특징으로 하는 것 (청구항 14) 이다.

측정광을 이용하여 in-situ 의 상태에서 연마상태의 측정이나 연마중점의 판정을 하는 경우에는, 측정광은, 이 창판과 그 위에 존재하는 슬러리를 투과하여 연마대상물에서 반사되어, 다시 슬러리와 창체를 투과하여 검출기로 검출된다. 통상 창판상에 존재하는 슬러리에서 흡수되는 광의 최대값을 고려한 경우, 창체 단체(單體)의 투과율을 22% 이상으로 하지 않으면, 조사한 광의 1% 이상이 검출기로 되돌아오지 않아, 측정이 불안정해지는 경우가 있다. 따라서, 창체의 측정광에 대한 투과율을 22% 이상으로 하는 것이 바람직하다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 15 발명은, 연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 상기 연마체에서, 상기 연마체가, 상기 연마대상물의 연마면을 광학적으로 측정하는 광을 통과시키기 위해 적어도 측정광에 대해 투명한 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 연마체 (청구항 15) 이다.

본 발명에서는, 연마체 자체가 측정광에 대해 투명한 재료로 구성되어 있기 때문에, 측정광을 통과시키기 위해 연마체에 개구부를 설치할 필요가 없다. 따라서, 연마체가 개구부에 흘러들어가 측정광을 흡수하는 일이 없어지므로, 그만큼 약한 광의 광원으로 측정할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 16 발명은, 연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 있어서, 상기 연마체가, 청구항 1 내지 15 중 어느 하나에 기재된 연마체인 것을 특징으로 하는 것 (청구항 16) 이다.

본 발명에서는, 청구항 1 내지 15 중 어느 하나에 기재된 연마체를 사용하고 있기 때문에, 각각의 연마체가 갖는 작용효과를 발휘할 수 있고, 본 발명의 목적을 달성할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 17 발명은, 청구항 16 에 기재된 연마장치로써, 투광기로부터 상기 창판과 상기 개구부를 통과하여, 연마대상물에 측정광을 조사하고, 연마대상물에서 반사되어, 다시 상기 개구부와 상기 창판을 통과하여 되돌아온 광을 수광기로 수광하는 기능을 갖는 것에 있어서, 연마작업중에 수광되는 광의 강도가 투광되는 광의 강도의 1% 이상인 것을 특징으로 하는 것 (청구항 17) 이다.

이에 의해, 수광기로 되돌아오는 광의 강도가 저하되지 않기 때문에, 수광기에서 검출되는 광신호를 이용하여, 연마두께나 연마중점의 판정을 고정밀도 및 안정적으로 행할 수 있다. 보다 안정된 측정을 하



기 위해서는, 연마작업중에 수광되는 광의 강도가 투광되는 광의 강도의 5% 이상인 것이 바람직하다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 18 발명은, 청구항 16 또는 17 에 기재된 연마장치로써, 상기 창판이, 상기 연마체의 연마특성과 동등한 연마특성을 갖는 수지인 것을 특징으로 하는 것 (청구항 18) 이다.

이에 의해, 창판과 연마대상물 (실리콘웨이퍼 등) 이 접촉하는 경우라도, 창판에 의해 연마대상물의 연마 면이 손상되거나, 연마가 불균일하게 되는 것이 방지된다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 19 발명은, 청구항 16 내지 18 중 어느 하나에 기재된 연마장치로써, 투광기로부터 상기 창판과 상기 개구부를 통과하여, 연마대상물에 측정광을 조사하고, 연마대상물에서 반사되어, 다시 상기 개구부와 상기 창판을 통과하여 되돌아온 광을 수광기로 수광하는 기능을 갖는 것에 있어서, 연마체의 최표면 (연마대상물과 접촉하는 면) 과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격을 조정하는 방법으로서, 상기 수광기로 측정된 신호에 기초하여, 상기 연마체의 최표면과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격을 조정하는 단계를 갖는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 19) 이다.

창판의 연마체의 최표면측 면과 연마체 표면의 간격이 너무 넓은 경우, 창판 최표면측 면과 연마체로 구성되는 패임부에 들어간 연마제에 의한 광이 손실이 너무 많아, 증점검출장치에서 마약한 신호밖에 얻을 수 없기 때문에, 연마막 두께 또는 연마중점을 양호하게 측정할 수 없다. 한편, 이 간격이 너무 좁은 경우, 창판의 최표면측 면과 연마체의 측의 간격에 의한 신호가 증점검출장치의 신호에 가해지므로, 연마막 두께 또는 연마중점을 양호하게 측정할 수 없다.

본 발명에서는, 수광기의 신호를 보면서, 연마막 두께 또는 연마중점을 양호하게 측정할 수 있는 신호를 증점검출장치로 측정할 수 있도록, 연마체의 최표면 (연마대상물과 접촉하는 면) 과 창판의 최표면측 면과의 간격을 조정하기 때문에, 이러한 문제가 발생하지 않는다.

상기 제 1 목적을 달성하는 제 20 발명은, 청구항 16 내지 19 중 어느 하나에 기재된 연마장치를 이용하여 연마를 실시하고, 수광기로 수광한 광신호를 이용하여, 연마막 두께 또는 연마중점을 측정하는 방법으로서, 연마막 두께 또는 연마중점을 측정하는 측정수단으로 측정된 신호와 미리 측정하여 기억되어 있는 신호가 같을 때 상기 측정수단으로 측정된 신호를 연마막 두께 또는 연마중점의 측정에 이용하지 않는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 20) 이다.

연마중에 창과 연마대상물 사이의 연마체의 두께가 일정하지 않아, 연마막 두께 또는 연마중점의 측정에 서 부적당한 신호가 얻어지는 경우가 있다. 부적당한 신호란, 예컨대 연마제에 의한 손실이 너무 많은 경우의 마약한 신호, 및 창판상의 개구부에 존재하는 연마제의 측의 간섭에 의한 신호가 가해진 신호이다.

본 발명에서는, 조정시 등에 얻어진 이를 부적당한 신호를 미리 측정된 신호로서 기억장치에 기억시켜 두고, 연마중에, 측정수단으로 측정된 신호와 기억장치에 기억되어 있는 상기 신호를 비교하여, 양자가 같을 때에, 측정수단으로 측정된 신호를 연마막 두께 또는 연마중점검출에 사용하지 않도록 하고 있다. 이에 의해, 창과 연마대상물 사이의 연마체의 두께가 일정하지 않고 불안정해지는 경우라도, 연마막 두께 또는 연마중점의 측정에서, 잘못 측정하는 일이 없게 된다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 21 발명은, 연마대상물을 지지하는 연마헤드와 정반상에 설치되어 있는 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치로써, 상기 정반에 형성된 1 이상의 개구부와, 상기 연마체에 형성된 1 이상의 개구부와, 상기 연마체에 형성된 이 개구부의 적어도 일부분을 막도록 설치되어 있는 창과, 이 창을 통하여 상기 연마대상물의 연마면을 광학적으로 관찰하여 연마상태를 측정하는 장치와, 상기 창이 상기 연마대상물측 표면의 위치를 이동시키는 이동장치를 가지며, 상기 연마체에 형성된 상기 개구부와 상기 정반에 형성된 상기 개구부는 겹쳐져 있고, 상기 창은 상기 이동장치를 통하여 상기 정반에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 21) 이다.

본 발명에 의하면, 창을 통하여 연마대상물의 연마면을 광학적으로 관찰함으로써 연마상태를 측정하는 장치에 의해 연마대상물의 연마상태를 관찰할 때, 창이 연마대상물측의 표면과 연마대상물의 연마면과의 간격을 제어함으로써, 드레싱 또는 연마에 의해 창이 연마대상물측 표면이 손상되지 않고, 또한 안정된 검출신호를 얻을 수 있도록 할 수 있기 때문에, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있고, 연마체 또는 창의 교환빈도를 감소시킬 수 있다. 이에 의해, 연마에 필요한 비용을 절감할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 22 발명은, 청구항 21 에 기재된 발명으로써, 상기 창이 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격을 검지하는 장치, 상기 연마체의 마모상태를 검지하는 장치, 또는 상기 양방을 검지하는 장치를 더 갖는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 22) 이다.

이에 의해, 창이 연마대상물측 표면과 연마대상물의 연마면과의 간격을 검지할 수 있기 때문에, 상기 이동장치에 의해 창을 적당한 위치에 세팅할 수 있다. 따라서, 창이나 연마대상물을 손상시키는 일이 없고, 또한 안정된 검출신호를 얻을 수 있도록 할 수 있기 때문에, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있고, 연마체 또는 창이 교환빈도를 감소시킬 수 있다. 이에 의해, 연마에 필요한 비용을 절감할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 23 발명은, 청구항 22 에 기재된 발명으로써, 상기 창이 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격을 제어하는 제어장치를 더 갖는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 23) 이다.

본 발명에서는, 제어장치에 의해 창이 연마대상물측 표면과 연마대상물의 연마면과의 간격을 제어할 수 있다. 따라서, 창이나 연마대상물을 손상시키는 일이 없고, 또한 안정된 검출신호를 얻을 수 있도록 할 수 있기 때문에, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있고, 연마체 또는 창이 교환빈도를 감소시킬 수 있다. 이에 의해, 연마에 필요한 비용을 절감할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 24 발명은, 청구항 23 에 기재된 연마장치로써, 연마조건, 연마시간,

드레싱 조건 및 드레싱 시간으로부터 상기 연마체의 마모량을 예측하고, 상기 창의 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격을 제어하는 기능을 갖는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 24) 이다.

본 발명에 의하면, 연마 및 드레싱에 의해, 창이나 연마대상물을 손상시키는 일이 없고, 또한 안정된 검출신호를 얻을 수 있도록 할 수 있기 때문에, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있고, 연마체 또는 창의 교환빈도를 감소시킬 수 있다. 이에 의해, 연마에 필요한 비용을 절감할 수 있다.

상기 제 1 목적을 달성하기 위한 제 25 발명은, 청구항 23 에 기재된 발명으로써, 상기 창의 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격이 일정해지도록 상기 이동장치를 제어하는 기능을 갖는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 25) 이다.

본 발명에 의하면, 연마 및 드레싱에 의해, 창이나 연마대상물을 손상시키는 일이 없고, 또한 안정된 검출신호를 얻을 수 있도록 할 수 있기 때문에, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있고, 연마체 또는 창의 교환빈도를 감소시킬 수 있다. 이에 의해, 연마에 필요한 비용을 절감할 수 있다.

상기 제 1 목적 및 제 2 목적을 달성하기 위한 제 26 발명은, 청구항 23 에 기재된 발명으로써, 상기 창의 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격을 상기 정반의 회전에 동기하여 제어하는 기능을 갖는 것을 특징으로 하는 것 (청구항 26) 이다.

본 발명에 의하면, 연마 및 드레싱에 의해, 창이나 연마대상물을 손상시키는 경우가 없고, 또한 안정된 검출신호를 얻을 수 있도록 할 수 있기 때문에, 연마상태의 in-situ 계측을 실시할 수 있고, 연마체 또는 창의 교환빈도를 감소시킬 수 있다. 이에 의해, 연마에 필요한 비용을 감소시킬 수 있다.

상기 제 2 목적을 달성하는 수단은, 청구항 16 내지 26 에 기재된 발명중 적어도 하나의 장치 또는 방법을 이용하는 것을 그 제조과정중에 포함하여 이루어진 반도체 디바이스의 제조방법 (청구항 27) 이다.

본 발명에 의하면, 웨이퍼의 연마과정에서, 안정적으로 연마상황 및 연마중점을 검출할 수 있기 때문에 정확한 웨이퍼를 제조할 수 있음과 동시에, 연마상황 및 연마중점의 검출을 위한 광이 통과하는 창에 손상이 잘 나지 않기 때문에, 연마체를 교환하는 빈도가 줄고, 스루풋을 향상시키고 비용을 싸게 할 수 있다. 동시에, 웨이퍼에도 손상이 잘 나지 않기 때문에, 웨이퍼의 수율을 높일 수 있다.

#### 도면의 간단한 설명

도 1 은, 반도체 프로세스에서의 평탄화 기술의 예를 나타내는 도이며, 좌측은 평탄화 전, 우측은 평탄화 후를 나타내는 것이다.

도 2 는, CMP 에 사용하는 연마 (평탄화) 장치의 개략구성도이다.

도 3 은, 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체) 의 제 1 예를 설명하기 위한 도이다.

도 4 는, 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체) 의 제 2 예를 설명하기 위한 도이다.

도 5 는, 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체) 의 제 3 예를 설명하기 위한 도이다.

도 6 는, 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체) 의 제 4 예를 설명하기 위한 도이다.

도 7 은, 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체) 의 제 5 예를 설명하기 위한 도이다.

도 8 은, 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체) 의 제 6 예를 설명하기 위한 도이다.

도 9 는, 발명의 실시예인 연마패드 (연마체) 의 제 1 예를 설명하기 위한 도이다.

도 10 은, 도 9 에서의 연마패드의 V 홈의 형상을 나타내는 도이다.

도 11 은, 연마중에 관측된 잔류막 두께의 변화의 예를 나타내는 도이다.

도 12 는, 연마중의 어느 순간에 in-situ 로 계측한 실리콘웨이퍼 표면으로부터의 반사분광 스펙트럼의 그래프를 나타내는 도이다.

도 13 은, 2 층 구조로 이루어진 청판을 갖는 연마체의 실시예의 구조를 나타내는 도이다.

도 14 는, in-situ 로 계측한 실리콘웨이퍼 표면으로부터의 반사분광 스펙트럼의 그래프이다.

도 15 는, 연마체를 제조하는 공정의 예를 나타내는 도이다.

도 16 은, 연마중에 관측된 반사분광 스펙트럼의 그래프의 예를 나타내는 도이다.

도 17 은, 본 발명의 실시형태인 연마장치의 정반의 개구부 부근의 단면도이다.

도 18 은, 본 실시형태에 의한 연마장치의 연마체 부근의 개요를 나타내는 도이다.

도 19 는, 연마 중의 어느 순간에 in-situ 로 계측한 실리콘웨이퍼 표면으로부터의 반사분광 스펙트럼의 그래프이다.

도 20 은, 반도체 디바이스 제조과정을 나타내는 플로차트이다.

#### 실시예

##### 발명을 실시하기 위한 최량의 형태

이하 본 발명을 보다 상세하게 설명하기 위해, 첨부한 도면에 따라 설명하지만, 본 발명은 어디까지나 실



시형태의 예 및 실시예를 나타내는 것으로, 본 발명의 내용을 한정하도록 해석해야 하는 것은 아니다.

먼저 본 발명의 제 1 목적을 달성하기 위한 발명의 실시형태의 예 및 실시예에 대해 설명한다.

[실시형태 1-1]

도 3은 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체)의 제 1예를 설명하기 위한 도이다. 이하의 도면에서, 앞에 나온 도면에 나타난 구성요소와 동일한 구성요소에는 동일한 부호를 부여하여 그 설명을 생략하는 경우가 있다. 도 3에서 21은 연마패드, 31은 투명창판이다.

투명창판 (31)은, 연마패드 (21)에 구멍이 뚫린 후에 그 구멍에 끼워넣어져 있다. 여기서, 투명창판 (31)의 상면과 연마패드 (21)의 가공면인 최표면과의 사이에는 간격  $a$ 가 형성되어 있다. 연마시에 도 2에 나타내는 바와 같이 웨이퍼 (17)를 지지한 연마헤드 (16)가 연마패드상에 가공기구 (도시 생략)에 의해 가공되며, 연마패드 (21)와 투명창판 (31)은 압축된다. 이 때, 간격  $a$ 는 가능한 한 일정하며, 또한 기준치 이상의 수치가 유지되고 있는 것이 바람직하다.

연마패드로서는, 발포 우레탄제의 연질 연마패드는 그다지 바람직하지 않다. 그 이유는 일반적으로 많이 사용되고 있는 발포 우레탄제의 연질 연마패드는, 연마시의 가공에 의한 연마패드의 압축변형률이 크기 때문에 비가중·비압축시의 간격  $a$ 를 크게 해야 할 뿐만 아니라, 가공 연마시의 웨이퍼 또는 연마헤드의 리테이너링의 불규칙한 진동 등의 동적인 힘에 대한 휨량이 크기 때문에, 제대로 휘었을 때에도 웨이퍼의 표면면 또는 연마헤드의 리테이너링이 창판의 상면에 접촉하여 손상되는 것을 방지해야 하기 때문이다. 그 때문에, 연마의 가공 압축에서의 간격  $a$ 를 비교적 크게 취할 필요가 있고, 투명창판 (31)상의 이 간격  $a$ 가 만드는 공간에 슬러리가 들어가고, 측정광은 이 슬러리를 투과해야하므로, 측정광의 광투과율이 감소되기 때문이다.

이상의 관점에서, 연마패드로서는 압축변형률이 작은 경질 연마패드가 바람직하다. 연마의 가공에 대한 압축변형률이 작기 때문에 비가중·비압축시의 간격  $a$ 를 작게 유지할 수 있을 뿐만 아니라, 연마의 가공시에도 연마시의 웨이퍼 또는 연마헤드의 리테이너링의 불규칙한 진동 등의 동적인 힘에 대한 휨량이 작아, 가공 압축시의 간격  $a$ 를 작게 할 수 있기 때문이다. 가공 압축시의 간격  $a$ 를 쉽게 할 수 있으면 측정광에 대한 투과율이 증대하고, 연마상태의 고정밀도 및 안정된 측정을 위해 바람직하다.

창판의 두께는 연마패드의 두께에 따라 변경할 필요가 있다. 측정광에 대한 창판 (31)과 그 위의 패임부에 존재하는 슬러리에 대한 광투과율은, 가공 압축시의 간격  $a$  및 슬러리 농도 및 창판의 두께·재질에 의존한다.

연마상태의 고정밀도 및 안정된 측정을 위해, 창판 (31)의 투과율은 22% 이상인 것이 바람직하다. 측정광의, 창판 (31)과 그 위의 패임부에 존재하는 슬러리의 양방에 대한 투과율은 가공 압축시에 10% 이상 (광투과율로 1% 이상)인 것이 바람직하지만, 광원의 강도가 강한 경우 또는 센서의 감도가 높은 경우는 10% 미만이라도 측정은 가능하다.

측정광에 대한 상기 투과율은, 창판재가 투명재료에서 선택되면, 가공 압축시에 창판 (31)의 상부에 형성된 패임부에 들어온 슬러리의 농도와 슬러리층의 두께에 실질적으로 의존한다.

허용되는 간격  $a$ 의 값은 슬러리 농도에 의존하지만, 일반적인 슬러리의 농도에 대해서는, 0보다 크고 400 $\mu$ m 이하인 것이 바람직하다. 0보다 크게 하는 것은, 창판 (31)이 연마대상물이나 드레싱시의 다이나몬드 스톤에 접촉하지 않도록 하기 위해서이고, 400 $\mu$ m 이하로 하는 것은, 슬러리에 의한 측정광의 감쇠를 피하기 위해서이다. 또한, 동일한 이유로 간격  $a$ 는 10 ~ 200 $\mu$ m로 하는 것이 한층 더 바람직하다. 이 간격  $a$ 의 값은, 일반적으로 발포 우레탄제의 연질 연마패드에 비해 크고, 비발포성의 경질 연마패드에 비해 작다.

또한, 상기 간격  $a$ 는 연마시의 가공을 고려하여 웨이퍼 또는 연마헤드의 리테이너링에 접촉하지 않도록 결정되어 있음에도 불구하고, 드물게는 연마시의 불규칙한 진동 때문에, 창판이 웨이퍼 또는 연마헤드의 리테이너링에 돌발적으로 접촉하여 손상되는 경우가 있기 때문에, 이를 방지하기 위하여 창판의 적어도 웨이퍼측 표면에 하드코팅하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 아크릴 수지의 경우에는 실리콘계의 유기 수지로 하드코팅하는 방법이 바람직하게 행해진다.

이상 설명한 연마패드는, 연마패드의 재료 자체가 측정광에 대하여 불투명한 경우에 바람직하게 적용할 수 있다. 연마패드의 재료가 측정광에 대하여 투명한 연마패드에 대해서는 이 측정창부가 불필요해지지는 것은 물론이다.

본 실시형태의 연마패드는, 도 3에서 나타난 형태의 것을 그 형태 그대로 도 2의 연마장치의 정반 (20)에 고정하여 사용해도 되고, 알루미 클레이트와 같은 정반에 플러닝은 형태로 정반 (20)에 고정하여 사용해도 되고, 다른 적당한 상이한 재료의 1층 이상의 재료로 배접한 것을 정반 (20)에 고정하여 사용해도 된다.

이상과 같이 도 2의 연마장치는, 정반 (20)에 고정된 연마패드 (21)의 상기와 같은 바람직한 기능에 의해, 연마중에 연마상태 측정장치 (23)가 연마상태를 바람직하게 측정할 수 있다.

또한, 연마상태 측정장치 (23)에서 출사하는 측정광 (24)의 강도 및 창판 (31)을 통과하고, 창판 (31)과 그 위에 형성되는 패임부중의 연마재를 통과하고, 연마대상물 (17)의 표면면에서 반사되어, 상기 패임부중의 연마재와 창판 (31)을 다시 통과하여, 연마상태 측정장치 (23)로 되돌아온 광의 강도의 관계는, 연마상태 측정장치 (23)에서 출사하는 측정광 (24)의 강도에 대한, 연마상태 측정장치 (23)로 되돌아온 광의 강도의 비가 1% 이상인 것이 바람직하며, 5% 이상인 것이 더욱 바람직하다. 이에 의해, 연마상태 측정장치 (23)로 되돌아온 광의 강도가 저하되지 않기 때문에, 연마상태 측정장치 (23)에 의한 연마상태의 고정밀도 및 안정된 측정이 가능하다.

[실시형태 1-2]

도 4는, 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체)의 제 2예를 설명하기 위한 도이다. 도 4(a)는

평면도이고, 도 4(b)는 도 4(a)의 A-0 부분의 단면도이고, 도 4(c)는 도 4(a)의 B-0 부분의 단면도이고, 도 4(d)는 도 4(a)의 C-0 부분의 단면도이다. 도 4에서 31a ~ 31c는 창판, 32a ~ 32c는 개구부이다.

본 실시형태에서는, 연마체 (21)가 3개의 개구부 (32a, 32b, 32c)를 갖는다. 그리고, 개구부 (32a)에는 창판 (31a)이, 개구부 (32b)에는 창판 (31b)이, 개구부 (32c)에는 창판 (31c)가 각각 설치되어 있다. 도 1(b), (c), (d)에서 도중의 연마체 (21)의 상측의 면이 연마체 (21)의 표면이고, 도중의 창판 (31a ~ 31c)의 상측의 면이 창판의 연마대상물측의 표면이다.

각 창판 (31a ~ 31c)의 표면은, 연마체 (21)의 표면에 대하여 음쪽 패여있고, 각 패임량은 개구부 (32a ~ 32c)마다 다르다. 이에 의해, 각각의 개구부 (32a ~ 32c)의 패임량은 단계적으로 변화하고 있다. 본 실시형태에 의한 연마체 (21)에서는, 연마체 (21)의 표면에 대한 창판 (31a ~ 31c)의 연마대상물측 표면의 패임량은, 개구부 (32a)의 창판 (31a)에서 가장 작고, 개구부 (32c)의 창판 (31c)에서 가장 크다. 개구부 (32b)의 창판 (31a)의 패임량은, 개구부 (31a)의 패임량과 개구부 (32c)의 패임량의 거의 중간 길이로 되어 있다.

이러한 연마체 (21)를 도 2에 나타내는 연마장치에 장착하여 사용한다. 연마체 (21)는 양면 테이프 또는 접착제에 의해 정반 (20)에 부착되어 있다. 또한, 도 2에서는 연마체 (21)에 설치되어 있는 창판과 개구부를 생략하고 있다. 정반 (20)에 형성되어 있는 개구부 (22)와 연마체 (21)에 형성되어 있는 개구부 (32a ~ 32c)는 겹쳐 있다.

연마의 개시직후는 초기상태에서 연마체의 표면에 대한 창판의 연마대상물측 표면의 패임량이 가장 작은 개구부 (32a)의 부분이 연마면의 상태의 관찰에 사용된다. 이에 의해, 연마상태 측정장치 (23)에서 출사하여 실리콘웨이퍼 (연마대상물) (17)의 연마면에서 반사되어, 연마상태 측정장치 (23)로 되돌아온 광 중, 개구부 (32a)에 설치되어 있는 창판 (31a)을 통과하는 광에 의해, 연마면의 상태가 관찰된다.

정반 (20)에는 위치검출센서 (도시 생략)가 설치되어 있다. 정반 (20)이 회전하여 정반 (20)의 특정 위치가 위치검출센서의 위치에 오면, 위치검출센서는 트리거 신호를 출력한다. 정반 (20)이 회전하여 위치검출센서가 트리거 신호를 출력하는 정반 (20)의 위치로부터 연마상태 측정장치 (23)상에 개구부 (32a)가 도달할 때까지의 시간간격은, 정반 (20)의 회전수에 의해 결정된다.

따라서, 그 시간간격을 미리 계산 또는 측정해 두고, 위치검출센서가 트리거 신호를 출력하고 나서 그 시간간격이 경과하면 연마상태 측정장치 (23)를 동작시키면 된다. 이에 의해, 항상 개구부 (32a)에서 연마중점의 검출 또는 막두께 측정을 실시할 수 있다.

1장의 실리콘웨이퍼를 연마종료할 때마다, 연마체의 드레싱이 행해진다. 드레싱에는 다이아몬드 스톤 등이 사용된다. 드레싱 후, 다음으로 연마되는 실리콘웨이퍼가 연마체 (16)에 장착되어 연마가 행해진다. 이렇게 연마공정, 드레싱공정이 교대로 반복된다.

드레싱할 때 연마체 (21)의 표면은 깎여지고, 연마체 (21)의 표면에 대한 개구부 (32a)의 창판 (31a)상의 패임량은 작아져, 패임량이 0이 되면 드레싱에 의해 창판 (31a)의 연마대상물측 표면이 손상된다. 그리고 창이 손상되면 창 부분에서의 광의 산란 등이 증가하므로, 연마중점의 검출의 정밀도나 막두께 측정의 정밀도가 저하된다.

그래서, 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 초기상태에서 2번째로 패임량이 작았던 개구부 (32b)에서 실시하도록 전환한다. 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 개구부 (32b)에서 실시하도록 전환하려면, 정반 (20)에 설치되어 있는 위치검출센서가 트리거 신호를 출력하고 나서 연마상태 측정장치 (23)를 동작시킬 때까지의 시간간격을 적당한 시간간격으로 변경하고, 연마상태 측정장치 (23)상에 개구부 (32b)가 왔을 때 연마상태 측정장치 (23)를 동작시키도록 하면 된다.

그리고, 연마공정, 드레싱공정을 반복하여, 개구부 (32b)의 창판 (31b)의 연마대상물측 표면의 패임량도 0이 되고, 드레싱에 의해 창 (31b)의 연마대상물측 표면이 손상되었다면, 이번에는 연마중점의 검출이나 막두께 측정을, 초기상태에서 가장 창이 패임량이 컸던 개구부 (32c)에서 실시하도록 전환한다. 연마중점의 검출이나 막두께 측정의 개구부 (32b)에서 (32c)로의 전환은 전술한 개구부 (32a)에서 (32b)로 전환하는 것과 동일한 방법으로 실시하면 된다. 이와 같이, 드레싱시에는 연마중점의 검출이나 막두께 측정에 사용하고 있는 개구부에 설치되어 있는 창이 연마대상물측 표면은, 연마체의 표면에 대하여 음쪽 패여있기 때문에, 드레싱시에 그 창이 손상되는 일이 없다.

또한, 연마상태 측정장치 (23)에서의 수광량이 미리 정해둔 설정값보다도 작아졌을 때에, 다음 개구부로 전환하는 제어장치를 설치하여 개구부를 전환해도 된다.

또한, 본 실시형태에서는 정반 (20)은 3개의 개구부를 가지고 있고, 연마체 (21)는 창이 설치되어 있는 3개의 개구부를 가지고 있는데, 이들 개구부의 수는 2개라도 되고, 4개 이상이라도 된다. 그 경우, 이들 개구부의 수에 대응한 회수, 연마상태의 관찰을 전환할 수 있다.

본 실시형태인 연마체가 설치되어 있는 연마장치에서는, 개구부마다 패임량이 다른 복수의 창이 연마체 (21)에 설치되어 있기 때문에, 드레싱에 의해 창이 손상되어 광학적으로 불투명해져도, 연마중점의 검출이나 막두께 측정에 사용하는 창을 다른 개구부의 창으로 전환함으로써, 연마중점의 검출이나 막두께 측정이 가능해진다. 이에 의해, 종래에 비하여 동일한 연마체를 장기간 연마에 사용할 수 있고, 연마체 또는 창의 교환빈도가 적어지기 때문에, 연마에 드는 비용을 절감할 수 있다는 효과가 있다.

#### [실시형태 1-3]

도 5는, 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체)의 제 3 예를 설명하기 위한 도이다. 도 5(a)는 평면도이며, 도 5(b)는 도 5(a)의 D-E 부분의 단면도이다. 도 5에서 32는 개구부, 33a ~ 33b는 창판 (31)의 각 부분이다.

본 실시형태에서의 연마체 (21)는 하나의 개구부 (32)를 가지고 있다. 그 개구부 (32)에 설치되어

있는 창판 (31) 은, 단면이 계단형으로 되어 있고, 연마체 (21) 의 표면에 대한 창판 (31) 의 연마대상물 측 표면의 패임깊이 3 개의 부분 (33a, 33b, 33c) 에서 다르다. 연마체 (21) 의 표면에 대한 창판 (31) 의 연마대상물 측 표면의 패임깊이는, 33a 부분이 가장 작고, 33c 부분이 가장 크고, 33b 부분은 33a 부분과 33c 부분의 거의 중간 크기로 되어 있다. 이에 의해, 창판 (31) 의 연마대상물 측 표면의 패임 깊이는 단계적으로 변화하고 있다.

창판 (31) 의 재료에 고분자 수지를 사용하는 경우, 표면에 계단형의 단차를 갖는 창판 (31) 은, 단차를 갖는 형(型)에 용해상태의 수지를 흘려넣어 경화시킴으로써 제작된다.

이러한 연마체를 도 2 에 나타낸 연마장치에 장착하여 사용한다. 이 경우, 정반 (20) 에 형성되어 있는 개구부 (22) 는, 연마체 (21) 에 형성되어 있는 개구부 (32) 와 겹치도록 한다.

연마의 개시직후에는 초기상태에서 연마체의 표면에 대한 창판 (31) 의 연마대상물 측 표면의 패임깊이가 가장 작은 33a 부분이 연마면 상태의 관찰에 이용된다. 이에 의해, 연마상태 측정장치 (23) 에서 출사하여, 실리콘웨이퍼 (17) 의 연마면에서 반사되어, 연마상태 측정장치 (23) 로 되돌아오는 광중, 창판 (31) 의 33a 의 부분을 통과하는 광에 의해 연마면의 상태가 관찰된다. 정반 (20) 에는 제 1-2 실시 형태에 나타낸 연마장치와 동일하게 위치검출센서 (도시 생략) 가 설치되어 있다. 정반 (20) 이 회전하여 위치검출센서가 트리거 신호를 출력하는 정반 (20) 의 위치로부터 연마상태 측정장치 (23) 상에 개구부에 설치되어 있는 창판 (31) 중의 33a 부분에 도달하기까지의 시간간격은, 정반 (20) 의 회전수에 의해 결정된다. 따라서, 제 1-2 실시 형태와 동일하게, 그 시간간격을 미리 계산 또는 측정해 두고, 위치검출센서가 트리거 신호를 출력하고 나서 그 시간간격이 경과하면 연마상태 측정장치 (23) 를 동작시키면 된다.

이 실시 형태에서도, 제 1-2 실시 형태와 동일하게, 연마공정, 드레싱공정이 반복된다. 드레싱할 때 연마체 (21) 의 표면은 깎여지고, 연마체 (21) 의 표면에 대한 개구부 (32) 의 창판 (31) 중의 33a 부분의 패임깊이는 짧아져, 패임깊이 0 이 되면, 드레싱에 의해 창판 (31) 중의 33a 부분이 손상된다. 그러면, 33a 부분에서의 광의 산란 등이 증가하므로, 연마중점의 검출의 정밀도나 막두께 측정의 정밀도가 저하된다.

그래서, 연마중점의 검출이나 막두께 측정을, 창판 (31) 중 초기상태에서 2 번째로 패임깊이 짧았던 33b 부분에서 실시하도록 전환한다. 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 창판 (31) 중의 33b 부분에서 실시하도록 전환하려면, 정반 (20) 에 설치되어 있는 위치검출센서가 트리거 신호를 출력하고 나서 연마상태 측정장치 (23) 를 동작시킬 때까지의 시간간격을 적당한 시간간격으로 변경하고, 연마상태 측정장치 (23) 상에 창판 (31) 중의 33b 부분이 있을 때 연마상태 측정장치 (23) 를 동작시키도록 하면 된다.

그리고, 연마공정, 드레싱공정을 반복하여, 창판 (31) 중의 33b 부분의 패임깊이도 0 이 되고, 드레싱에 의해 창판 (31) 중의 33b 부분이 손상되었다면, 이번에는 연마중점의 검출이나 막두께 측정을, 창판 (31) 중 초기상태에서 가장 패임깊이 컸던 33c 부분으로 전환한다. 이와 같이, 드레싱시에는 연마중점의 검출이나 막두께 측정에 사용하고 있는 개구부에 설치되어 있는 창판 (31) 중의 연마대상물 측 표면은, 연마체의 표면에 대하여 음쪽 패여있기 때문에, 드레싱시에 그 부분이 손상되는 일이 없다.

본 실시 형태에서는, 연마체 (21) 는 개구부에 표면이 3 단의 단차를 갖는 계단형 창판 (31) 을 가지고 있는데, 단차의 수는 2 단이라도 되고, 4 단 이상이라도 된다. 그 경우, 이들 단차의 수에 대응한 회수, 연마상태의 관찰을 전환할 수 있다.

이와 같은 실시 형태인 연마체를 사용하고 있는 연마장치에서는, 연마체에 표면이 계단형으로 되어 있는 창판 (31) 이 있기 때문에, 드레싱에 의해 창판 (31) 의 일부분이 손상되어 광학적으로 불투명해져도, 연마상태 측정장치 (23) 로 관찰하는 창 부분을 전환함으로써, 연마중점의 검출이나 막두께 측정이 가능해진다. 이에 의해, 종래에 비하여 동일한 연마체를 장기간 연마에 사용할 수 있고, 연마체 또는 창판의 교환빈도가 적어지기 때문에, 연마에 드는 비용을 절감할 수 있다는 효과가 있다.

이 실시 형태에서의 연마장치에서, 제 1-2 실시 형태와 같이 연마상태 측정장치 (23) 에서의 수광량이 미리 정해 둔 설정값보다도 작아졌을 때에, 다음 개구부로 전환하는 제어장치를 설치하여 창판 (31) 의 부분을 전환해도 된다.

#### [실시 형태 1-4]

도 6 은, 본 발명의 실시 형태인 연마패드 (연마체) 의 제 4 예를 설명하기 위한 도이다. 도 6(a) 는 평면도이며, 도 6(b) 는 도 6(a) 의 F-6 부분의 단면도이다. 도 6 에서 34a ~ 34d 는 창판 (31) 상의 표면상의 점이다.

본 실시 형태에 의한 연마체 (21) 는, 하나의 개구부 (32) 를 가지고 있다. 그 개구부에 설치되어 있는 평행창판의 창판 (31) 은, 단면이 비스듬하게 되도록 배치되어 있고, 연마체의 표면으로부터의 패임깊이 도 6(a) 의 F-6 방향으로 다르게 되어 있다. 이에 의해, 창판 (31) 의 연마대상물 측 표면의 패임 깊이는 연속적으로 변화하고 있다. 연마체의 표면에 대한 창판 (31) 의 연마대상물 측 표면의 패임깊이는, 창판 (31) 의 표면의 4 곳 34a, 34b, 34c, 34d 를 지정한 경우, 34a 부분이 가장 작고, 34b 부분이 두번째로 작고, 34c 부분이 세번째로 작고, 34d 부분이 가장 크게 되어 있다.

이러한 연마체 (21) 를 도 2 에 나타낸 바와 같은 연마장치의 연마체로서 사용한다. 이 경우에도, 정반 (20) 의 개구부 (22) 는, 연마체 (21) 의 개구부 (32) 와 겹치도록 한다.

연마 개시직후에는 초기상태에서 연마체의 표면에 대한 창 (41) 의 연마대상물 측 표면의 패임깊이가 가장 작은 34a 부분이 연마면 상태의 관찰에 사용된다. 이에 의해, 연마상태 측정장치 (23) 에서 출사하여 실리콘웨이퍼 (17) 의 연마면에서 반사하여 연마상태 측정장치 (23) 로 리턴된 광 중, 창판 (31) 의 34a 부분을 통과하는 광에 의해 연마면의 상태가 관찰된다. 정반 (32) 에는 제 1-2 실시 형태에 의한 연마장치와 동일하게 위치검출센서 (도시 생략) 가 설치되어 있다. 정반 (20) 이 회전하여 위치검출센서가 트리거 신호를 출력하는 정반 (20) 의 위치에서 연마상태 측정장치 (23) 상에 개구부에 설치되어 있는

창 (32) 중의 34a 부분에 도달하기까지의 시간간격은, 정반 (20) 의 회전수에 의해 결정된다. 따라서, 제 1-2 실시형태와 마찬가지로, 그 시간간격을 미리 계산, 또는 측정해 두고, 위치검출센서가 트리거 신호를 출력한 다음 그 시간이 경과하면, 연마상태 측정장치 (23) 를 동작시키면 된다.

그리고, 제 1-2 실시형태와 마찬가지로 연마공정, 드레싱공정이 반복된다.

드레싱할 때 연마체 (21) 의 표면은 깎여지고, 연마체 (21) 의 표면에 대한 개구부의 창판 (31) 중의 34a 부분의 패임량은 작아져, 패임량이 0 이 되면 드레싱에 의해 창판 (31) 중의 34a 부분이 손상된다. 그러면 연마중점의 검출의 정밀도 및 막두께 측정의 정밀도가 저하된다. 따라서, 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 2 번째로 패임량이 작은 창판 (31) 중의 34b 부분에서 실시하도록 전환한다. 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 창판 (31) 중의 34b 부분에서 실시하도록 전환하기 위해서는, 정반 (20) 에 설치되어 있는 위치검출센서가 트리거 신호를 출력한 다음 연마상태 측정장치 (23) 를 동작시키기까지의 시간간격을 적당한 시간간격으로 변경하고, 연마상태 측정장치 (23) 상에 창판 (31) 중의 34b 부분이 왔을 때 연마상태 측정장치 (23) 를 동작시키도록 하면 된다.

그리고, 연마공정, 드레싱공정을 반복하여, 창판 (31) 중의 34b 부분의 패임량도 0 이 되고, 드레싱에 의해 창판 (31) 중의 34b 부분이 손상되었다면, 이번에는 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 창판 (31) 중 3 번째로 패임량이 작았던 34c 부분으로 전환한다. 연마공정, 드레싱공정을 더 반복하여, 창판 (31) 중의 34c 부분의 패임량도 0 이 되고, 드레싱에 의해 창판 (31) 중의 34c 부분이 손상되었다면, 이번에는 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 창판 (31) 중 가장 패임량이 컸던 34d 부분으로 전환한다. 이와 같이 드레싱시에는 연마중점의 검출이나 막두께 측정에 사용하고 있는 개구부에 설치되어 있는 창 부분의 연마대상물측 표면은, 연마체의 표면에 대해 움푹 패어있기 때문에, 드레싱시에 그 부분이 손상되는 일이 없다.

또한, 본 실시형태에서는 창 (32) 의 4 곳에서 전환하고 있지만, 전환하는 부분은 2 곳 또는 3 곳이라도 되고, 4 곳 이상이라도 된다. 이 경우, 이를 측정하는 부분의 수에 대응한 회수, 연마상태의 관찰을 전환할 수 있다.

이러한 연마체를 사용하고 있는 연마장치에서는, 연마체에 평행평판상의 창이 그 표면이 비스듬해지도록 설치되어 있기 때문에, 드레싱에 의해 창 (32) 의 일부분이 손상되어 광학적으로 불투명해져도, 연마상태 측정장치 (23) 로 관찰하는 창 부분을 전환함으로써, 연마중점의 검출이나 막두께 측정이 가능해진다. 이에 의해 종래에 비해 동일한 연마체를 장기간 연마에서 사용할 수 있고, 연마체 또는 창 (32) 의 교환빈도가 적어 지므로 연마에 드는 비용을 절감할 수 있다는 효과가 있다.

상기 실시형태에서의 연마장치에서, 제 1-2 실시형태와 같이, 연마상태 측정장치 (23) 에서의 수광량이 미리 설정해 둔 설정값보다 작아졌을 때, 다음 개구부로 전환하는 제어장치를 설치하여 창판 (31) 부분을 전환해도 된다.

#### [실시형태 1-5]

도 7 은 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체) 의 제 5 예를 설명하기 위한 도이다. 도 7(a) 는 평면도이고, 도 7(b) 는 도 7(a) 의 H-I 부분의 단면도이다. 도 7 에서 35a ~ 35d 는 투명재료(판) 이다.

본 실시형태에 의한 연마체 (21) 는 하나의 개구부 (32) 를 가지고 있다. 이 개구부 (32) 에 설치되어 있는 평행평판상의 창판 (31) 은, 4 장의 투명재료 (35a ~ 35d) 가 박리가능한 정도의 접착력으로 적층되어 있는 구조로 되어 있다. 투명재료 (35a ~ 35d) 는 박리가능한 정도의 접착력을 갖는 접착제 또는 양면 테이프 등으로 접착되어 있다. 투명재료 (35a ~ 35d) 를 상부에서 1 장씩 박리함으로써 연마체 (21) 의 표면에 대한 창판 (31) 의 연마대상물측의 패임량이 단계적으로 변화한다.

이러한 연마체 (21) 를 도 2 에 나타난 바와 같은 연마장치의 연마체로서 사용한다. 이 경우에도 정반 (20) 의 개구부 (22) 는 연마체 (21) 의 개구부 (32) 와 겹치도록 한다.

연마 개시직후에는 초기상태에서 4 장의 투명재료 (35a ~ 35d) 가 적층되어 있는 창이 연마면의 상태의 관찰에 사용된다. 이에 의해, 연마상태 측정장치 (23) 에서 실시하여 실리콘웨이퍼 (17) 의 연마면에서 반사하여 연마상태 측정장치 (23) 로 리턴된 광 중, 4 장의 투명재료 (35a ~ 35d) 가 적층되어 있는 창을 통과하는 광에 의해 연마면의 상태가 관찰된다. 정반 (20) 의 회전에 따라 정반 (20) 및 연마체 (21) 에 형성되어 있는 개구부를 이용하여 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 하는 기구, 방법은 제 1-2 실시형태와 동일하므로 설명을 생략한다.

그리고, 제 1-2 실시형태와 마찬가지로, 연마공정, 드레싱공정이 반복된다. 드레싱할 때 연마체 (21) 의 표면은 깎여지고, 연마체 (21) 의 표면에 대한 개구부의 창판 (31) 중의 투명재료 (35a) 의 연마대상물측 표면의 패임량은 작아져, 패임량이 0 이 되면 드레싱에 의해 투명재료 (35a) 의 표면이 손상된다. 그러면, 투명재료 (35a) 에서의 광의 산란 등이 증가하여 중점검출의 정밀도나 막두께 측정의 정밀도가 저하된다. 따라서, 적층되어 있는 창판 (31) 에서 투명재료 (35a) 부분을 박리하여 투명재료 (35b) 가 창 (32) 의 최상면이 되도록 하여 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 하도록 한다. 이에 의해 창판 (31) 의 표면은 연마체 (21) 의 표면보다 패이고, 또한 손상되지 않은 창판 (31) 의 표면이 멀어져서 정상적으로 연마중점의 검출 또는 막두께 측정을 실시할 수 있게 된다. 그리고, 본 실시형태에 의한 연마장치에서는 연마중점의 검출 또는 막두께 측정에 동일한 개구부의 창판 (31) 의 동일한 위치를 사용할 수 있기 때문에, 제 1-2 ~ 제 1-4 실시형태에 의한 연마장치와 같이 연마중점의 검출이나 막두께 측정에 사용하는 창 (32) 의 위치를 전환하지 않아도 된다.

그리고, 연마공정, 드레싱공정을 반복하여, 창판 (31) 의 투명재료 (35b) 의 연마대상물측 표면의 패임량도 0 이 되고, 드레싱에 의해 투명재료 (35b) 부분이 손상되었다면, 이번에는 창판 (31) 에서 투명재료 (35b) 부분을 박리하고, 투명재료 (35b) 가 창 (32) 의 최상면이 되도록 하여 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 하도록 한다. 연마공정, 드레싱공정을 더 반복하여 창판 (31) 의 투명재료 (35c) 의 연마대상물측 표면의 패임량도 0 이 되고, 드레싱에 의해 투명재료 (35c) 부분이 손상되었다면, 이번에는 창판 (31) 에

서 투명재료 (35c) 부분을 박리하고, 투명재료 (35d) 가 창판 (31) 의 최상면이 되도록 하여 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 하도록 한다. 이와 같이, 드레싱시에는 연마중점의 검출이나 막두께 측정에 사용하고 있는 개구부에 설치되어 있는 창 부분의 연마대상물측 표면은, 연마체의 표면에 대해 움푹 패어 있기 때문에, 드레싱시에 그 부분이 손상되는 일이 없다.

그리고, 창 부분 (35a, 35b, 35c) 을 박리하는 타이밍을 알기 위해, 연마상태 측정장치 (23) 에서의 수광량이 미리 설정해 둔 설정값보다 작아졌을 때에 박리할 타이밍을 알리는 신호를 출력하는 제어장치를 설치해도 된다.

또한, 창판 (31) 에는 4 장의 투명재료 (35a ~ 35d) 가 적층된 창을 사용하고 있지만, 2 장, 3 장 또는 5 장 이상의 투명재료가 적층되어 있는 창을 사용해도 된다. 이 경우, 이들 투명재료의 수에 대응한 흡수, 연마상태의 관찰을 전환할 수 있다.

또한, 연마체 (21) 의 표면에 대한 창판 (31) 의 연마대상물측 표면의 패임깊이  $400\mu\text{m}$  를 초과하는 경우는, 패임부분에 고이는 연마제의 양이 많아지고, 연마제가 산란체가 되어 연마상태 측정장치 (23) 에서 출력하는 광 (24) 을 감쇠시키기 때문에, 연마중점의 검출의 정밀도 및 막두께 측정의 정밀도가 저하된다. 따라서, 창판 (31) 의 연마상태 측정장치 (23) 로부터의 광이 통과하는 부분 (연마중점의 검출이나 막두께 측정에 사용하고 있는 부분) 의 패임깊이  $d$  는  $0\mu\text{m} < d \leq 400\mu\text{m}$  인 것이 바람직하다. 이에 따라 최하부의 투명재료 (35d) 를 제외한 박리할 투명재료 (35a ~ 35d) 의 각각의 두께  $t_1$  은,  $0\mu\text{m} < t_1 \leq 400\mu\text{m}$  인 것이 바람직하다.

이와 같이 본 실시형태인 연마체를 사용하고 있는 연마장치에서는, 연마체에 투명재료가 적층되어 있는 창이 설치되어 있기 때문에, 드레싱에 의해 창이 연마대상물측 표면이 손상되어 광학적으로 불투명해져도, 적층되어 있는 창이 최상층의 투명재료를 박리함으로써, 연마중점의 검출이나 막두께 측정이 가능해진다. 이에 의해 종래에 비해 동일한 연마체를 장기간 연마에 사용할 수 있고, 연마체 또는 창이 교편된도가 적어지므로, 연마에 드는 비용을 감소시킬 수 있다는 효과가 있다.

이상의 제 1-1 내지 제 1-5 실시형태에서는, 연마패드 (연마체) 의 재료로서는 에폭시 수지, 아크릴 수지, ABC 수지, 염화비닐수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리에스테르 수지, 불소수지, 폴리우레탄 수지의 군에서 선택된 하나 이상의 재료가 바람직하다.

창판재료는, 유리, 석영유리, 아크릴, 폴리우레탄, 에폭시, PET, 염화비닐, 폴리카보네이트, 폴리에스테르 또는 실리콘 고무 등의 투명재료가 사용된다. 또한, 이들 투명재료의 연마속도, 경도 등의 연마특성은, 연마체의 연마특성과 동등한 것이 바람직하다. 이에 의해, 창과 연마대상물의 실리콘웨이퍼가 접촉하는 경우에도 창에 의해 실리콘웨이퍼의 연마면이 손상되거나, 연마가 불균일해지는 경우가 없다는 효과가 있다.

#### [실시형태 1-6]

도 8 은 본 발명의 실시형태인 연마패드 (연마체) 의 제 6 예를 설명하기 위한 도이다. 도 8(a) 는 평면도이고, 도 8(b) 는 도 8(a) 의 A-B 부분의 단면도이다. 도 8 에서 36 은 상부 투명재료(판), 37 은 하부 투명재료(판)이다.

이 실시형태에서는, 상부 투명재료 (36), 하부 투명재료 (37) 의 2 장의 투명재료가 적층되어 있는 창판 (31) 이 연마체 (연마패드) (21) 에 형성된 개구부 (32) 에 설치되어 있다. 상부 투명재료 (36) 는 연마대상물측의 투명재료이고, 하부 투명재료 (37) 는 연마대상물측의 반대측 투명재료이다.

상부 투명재료 (36) 로서는, 폴리우레탄, 아크릴, 폴리카보네이트, 폴리스틸렌, 염화비닐, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에스테르 또는 에폭시 등의 투명재료가 사용된다.

하부 투명재료 (37) 로는, 유리, 아크릴, 폴리카보네이트, 폴리스틸렌, 염화비닐, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에스테르 또는 에폭시 등의 투명재료가 사용된다.

연마패드 (연마체) (21) 의 재료로는, 에폭시 수지, 아크릴 수지, ABC 수지, 염화비닐수지, 폴리카보네이트 수지, 폴리에스테르 수지, 불소수지, 폴리우레탄 수지의 군에서 선택된 하나 이상의 재료가 바람직하다.

본 실시형태에서는, 창은 2 장의 투명재료가 적층되어 있는데, 적층되는 투명재료의 장수는 3 장 이상이어도 된다.

연마대상물측의 투명재료인 상부 투명재료 (36) 의 압축탄성률은, 연마대상물측의 반대측 투명재료인 하부 연마재료 (37) 의 압축탄성률보다 작은 것이 바람직하다. 이에 의해, 창이 하부 연마재료 (37) 는 단단하므로 변형되지 않고, 창이 변형에 의한 연마중점의 검출의 불안정이나 막두께 측정의 불안정이 생기지 않게 된다는 효과가 있다.

또한, 창이 하부 연마재료 (37) 가 단단하여 하부 연마재료 (37) 의 표면 (37a) 에 반사방지막을 형성할 수 있다. 반사방지막이 형성되어 있어 창을 통과하는 연마상태를 측정하기 위한 광이 창이 표면에서 반사하는 것이 적어지고, 광의 강도의 감쇠가 적어지기 때문에, 연마중점의 검출정밀도나 막두께의 측정정밀도가 저하되지 않게 된다. 따라서, 창이 연마대상물측의 반대측 표면인 하부 연마재료 (37) 의 표면 (37a) 에 반사방지막이 형성되어 있는 것이 바람직하다.

연마대상물측의 투명재료인 상부 투명재료 (36) 의 압축탄성률은 연마체 (21) 의 압축탄성률과 동일한 정도인 것이 바람직하다. 일반적인 연마체의 압축탄성률은  $2.9 \times 10^7 \text{ Pa}$  이상,  $1.47 \times 10^7 \text{ Pa}$  이하이다. 이 때문에, 연마대상물측의 투명재료인 상부 투명재료 (36) 의 압축탄성률  $e$  는,  $2.9 \times 10^7 \text{ Pa} \leq e \leq 1.47 \times 10^7 \text{ Pa}$  인 것이 바람직하다. 이에 의해, 창이 연마대상물과 접촉할 때 연마대상물을 손상시키는 일이 없어지는 효과가 있다.

연마대상물인 실리콘웨이퍼 (17) 가 접촉하는 연마체 (21) 의 표면에 대하여, 창판 (31) 의 연마대상물측 표면이 움푹 패어있는 것이 바람직하다. 이에 의해, 실리콘웨이퍼와 창판 (31) 이 접촉하지 않게 되므로, 실리콘웨이퍼의 손상 또는 창판 (31) 의 표면이 손상되는 일이 없어진다. 이와 같이 창판 (31) 이 손상되지 않게 됨으로써 연마상태 측정장치 (23) 에서 출사하는 광 (24) 의 감쇠가 증가하지 않으므로, 연마중점의 검출정밀도 및 막두께의 측정정밀도가 저하되지 않게 된다는 효과가 있다.

그리고, 상기 반사방지막은 상기 제 1-1 내지 제 1-5 실시형태의 창판 (31) 의 하면에 형성할 수도 있다.

이상의 제 1-2 내지 제 1-6 실시형태에서도, 연마체의 표면에 대한 창판 (31) 의 연마대상물측 표면의 패임깊이 400 $\mu$ m 를 초과하는 경우에는, 패임부분에 고이는 연마체의 양이 많아진다. 그리고, 연마체가 산란체가 되어 연마상태 측정장치 (23) 에서 출사하는 광 (24) 을 감쇠시키기 때문에, 연마중점의 검출의 정밀도 및 막두께 측정의 정밀도가 저하된다. 이 때문에, 창중의 연마상태 측정장치 (23) 로부터의 광이 통과하는 부분 (연마중점의 검출이나 막두께 측정에 사용하고 있는 부분) 의 패임깊이 d 는 0 $\mu$ m < d  $\leq$  400  $\mu$ m 인 것이 바람직하다. 또, 10 $\mu$ m < d  $\leq$  200 $\mu$ m 인 것이 더 바람직하다.

또, 상기 어떤 실시형태에 있어서는, 창판의 두께가 연마체의 두께의 10% 미만이면 창판의 두께가 얇아지므로, 창이 변형될 우려가 있다. 창이 변형을 일으켜 광학적으로 변형되면, 그 변형에 의해 창이 렌즈 등으로서의 기능을 가지게 되므로, 연마중점의 검출이나 막두께의 측정이 불안정하게 된다는 문제가 있다. 이 때문에, 창중의 가장 얇은 부분의 창판의 두께가 연마체 두께의 10% 이상의 두께가 되도록 상기 패임깊이는 연마체 두께의 90% 이하의 크기인 것이 바람직하다. 이에 의해, 창판의 변형에 의한 연마중점의 검출의 불안정이나 막두께 측정의 불안정이 생기지 않게 된다는 효과가 있다.

이상의 제 1-1 내지 제 1-6 실시형태에서는 창판 (31) 이 연마체 (21) 의 개구부 (32) 에 직접 설치되어 있지만, 창은 연마체 (21) 에 직접 설치되어 있지 않아도 된다. 예컨대, 창은 연마체 (21) 의 개구부의 적어도 일부를 막도록 직접 또는 지그(治具)를 통해 정반 (20) 에 설치되어 있어도 된다.

또, 제 1-2 내지 제 1-6 실시형태에서는 연마체 (21) 에 형성되어 있는 개구부 (31) 의 구멍의 형상은 계단형으로 되어 있는데, 이들 개구부는 직선형의 관통구멍이어도 된다.

또한, 이상의 제 1-1 내지 제 1-6 실시형태에서 창판 (31) 의 투과율은 22% 이상인 것이 바람직하다. 이에 의해, 창판 (31) 을 통과하는 연마상태를 측정하기 위한 광의 강도의 감쇠가 적어지기 때문에, 연마중점의 검출정밀도나 막두께의 측정정밀도가 저하되지 않게 된다는 효과가 있다.

또, 이상의 제 1-1 내지 제 1-6 실시형태에서 연마상태 측정장치 (23) 에서 출사하는 광 (24) 의 강도 및 연마상태를 측정하는 장치 (23) 에서 출사하여, 창판 (31) 을 통과하고, 창판 (31) 과 실리콘웨이퍼 (14) 사이의 연마체 (19) 를 통과하고, 실리콘웨이퍼 (17) 의 연마면에서 반사하여, 창판 (31) 과 실리콘웨이퍼 (17) 사이의 연마체 (19) 를 다시 통과하고, 창판 (31) 을 다시 통과하여, 연마상태 측정장치 (23) 로 리턴된 광의 강도는, 연마상태 측정장치 (23) 에서 출사하는 광 (24) 의 강도의 1% 이상인 것이 바람직하다. 이에 의해, 연마상태를 측정하는 장치로 리턴된 광의 강도가 저하되지 않기 때문에, 연마상태를 측정하는 장치에 의한 연마중점의 검출정밀도나 막두께의 측정정밀도가 저하되지 않게 된다는 효과가 있다.

또한, 이상의 제 1-1 내지 제 1-6 실시형태에서 연마체의 드레싱을 실시하고 있는데, 연마체에 무발포성 재질을 사용했을 때에는 드레싱이 불필요한 경우가 있다. 그와 같은 드레싱이 불필요한 연마체를 사용하는 경우에도, 연마대상물의 연마에 따라 연마체 표면이 깎이기 때문에, 제 1-1 내지 제 1-6 실시형태를 채택함으로써, 창이나 연마체를 교환하는 빈도가 감소되고, 연마에 필요한 비용을 절감할 수 있다는 효과가 있다.

#### [실시예 1-1]

도 9 는 본 발명의 실시예인 연마패드 (연마체) 의 제 1 예를 설명하기 위한 도이다.

예폭시 주재 에피코트 828, 에피코트 871 (모두 유가셀에폭시사 제조) 과 경화제 디아미노디페닐메탄을 중량비 2.6 : 3.9 : 1 로 혼합, 교반하여, 판축용 창부로서의 구멍부분의 형(型)을 갖는  $\phi$ 800 mm 의 알루미늄 플레이트상에 이것을 흘러 넣고, 150  $^{\circ}$ C 에서 8 시간 경화시켜 성형하여, 연마패드 (연마체) (21) 를 형성하였다.

이어서, 절삭가공으로 상기 예폭시 수지 표면에 피치 0.5 mm, 길이 0.3 mm 의 나선형 V 홈 (V 각도 60  $^{\circ}$ ) 과, 피치 15 mm, 폭 2 mm, 길이 0.5 mm 격자형 사각홈을 형성하였다. 이 연마패드 (21) 의 V 홈 (37) (V 각도 60  $^{\circ}$ ) 의 단면을 도 10 에 나타낸다.

이 연마패드 (21) 의 수지부의 두께는 2 mm 이고, 압축변형량은 10 kgf/cm<sup>2</sup> (9.8  $\times$  10<sup>5</sup> Pa) 의 하중에 대하여 2 mm 였다.

창판 (31) 재로서 마크릴재를 선택하고, 공지된 에폭시실란의 부분 공기수분해물에 클로리드 실리콘을 분산시킨 하드코팅액을 도포하고, 가열경화하여 두께 약 1 $\mu$ m 의 하드코트를 형성하였다. 도 9 에 나타낸 바와 같이, 이 창판 (31) 의 하드코트층을 연마패드의 최상층측을 향하게 하고, 간격 a 가 가장 압축시에 100 $\mu$ m 가 되도록, 성형된 연마패드의 구멍부에 끼워 넣어 고정하였다. 슬러리 (Cabot 사 SS25 를 2 배 희석) 가 창판 (31) 상부에 형성된 개구부 (32) 에 채워졌을 때의 측정광에 대한 창판 (31) 과 슬러리 양방에 대한 투과율은 89% 였다.

이 연마패드 (21) 를, 정반 (20) 상에 부착하여 연마부재 (15) 를 구성하고, 도 2 에 나타내는 바와 같은 연마장치에 사용하고, 연마체 (16) 에 열산화막이 1 $\mu$ m 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼를 지지하여, 이하의 조건으로 연마하였다.

연마체 회전수 : 50rpm

정반 회전수 : 20rpm



하중 : 460g/cm<sup>2</sup> ( $4.5 \times 10^4$  Pa)

요동폭 : 30mm

요동속도 : 15 스트로크/분

연마시간 : 3 분

사용 슬러리 SS25 를 2 배로 희석

슬러리 유량 : 200ml/분

연마중에 도 11 에 나타내는 바와 같이 관측용 창판을 통하여 잔류막두께를 광학적으로 그 자리에서 측정 하므로써 100nm/분의 연마속도가 관찰되고, 반복측정 결과, 측정의 안정성이 확인되었다.

또, 측정창에 의한 연마의 불균일이나 손상 발생의 악영향은 없었다.

#### [실시예 1-2]

도 4 에 나타내는 바와 같은 연마체를 제조하였다. 연마체 (21) 의 하층이 Rodel 사의 SUBA400, 상층 이 Rodel 사의 IC1000 으로 이루어진 2 층 연마체 (이하, IC1000/SUBA400 이라 칭함) 를 사용하였다.

연마체의 표면에서 향의 연마대상물측 표면까지의 패임깊이, 개구부 (32a) 에서는 0.15mm, 개구부 (32b) 에서는 0.3mm, 개구부 (32c) 에서는 0.45mm 가 되도록, 폴리우레탄으로 이루어진 창판 31a, 31b, 31c 를 각각 배치하였다.

이 연마체를 도 2 에 나타내는 연마장치에 사용하고, 열산화막이 1 $\mu$ m 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼의 연마 를 이하의 조건으로 실시하고, 개구부 (32a) 의 창판 (31a) 을 사용하여 연마상태 측정장치 (23) 에 의해 실리콘웨이퍼의 잔류막두께를 in-situ 계속하였다.

연마헤드 회전수 : 50rpm

정반 회전수 : 50rpm

연마헤드에 대한 하중 :  $2.4 \times 10^4$  Pa

연마헤드의 요동 : 없음

연마시간 : 90 초

사용연마제 : Cabot 사 제조 SS25 를 이온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량 : 200ml/분

이 때의 평균연마속도는 430nm/min 이었다. 연마종료후, 스톱입자 사이즈 #100 의 다이아몬드 스톱으로 1 분간 드레싱하였다.

매회, 열산화막이 1 $\mu$ m 형성된 새로운 6 인치 실리콘웨이퍼를 사용하여 상기 연마공정 및 드레싱공정을 반복하였다. 도 12 는 연마중 어떤 한 순간에 in-situ 로 계속한 실리콘웨이퍼 표면으로부터의 반사분 광 스펙트럼의 그래프이며, 도 12 의 그래프 곡선중 곡선 (a) 가 얻어진 반사분광 스펙트럼이다. 도 12 의 그래프에서, 횡축은 파장이며, 종축은 연마제 대신에 이온교환수를 개재시킨 상태로, 알루미늄이 성 막된 실리콘웨이퍼를 연마체의 창부분 위에 배치했을 때의, 연마상태 측정장치 (23) 로 되돌아오는 광의 반사분광 스펙트럼을 기본 반사분광 스펙트럼으로 하여, 그 기준 반사분광 스펙트럼에 대한 계속한 반사 분광 스펙트럼의 강도비이다. 시퀀셜레이션에 의한 파형 피팅으로부터 실리콘웨이퍼상의 열산화막의 잔 류막두께 in-situ 계속이 가능하였다.

그러나, 120 장째 실리콘웨이퍼의 연마후의 드레싱으로 창에 손상이 생기기 시작하고, 150 장째 실리콘웨 이퍼 연마후 취득분 반사 스펙트럼이 도 12 의 곡선 (b) 와 같이 되어, in-situ 계속에 예러가 발생할 확률이 높아졌다.

그리고, 초기상태의 패임깊이 0.3mm 였던 개구부 (32b) 의 창판 (31b) 에 전환 in-situ 계속한 결과, 그 때까지와 동일하게 예러없는 in-situ 계속이 가능하였다.

또한, 260 장째 실리콘웨이퍼 연마후의 드레싱처리를 실시한 결과, 개구부 (32b) 의 창판 (31b) 이 손상 되고, 280 장째 실리콘웨이퍼의 연마에서 창판 (31b) 의 투과를 저하에 의해 측정이 곤란해졌다.

다시, 초기상태의 패임깊이 0.45mm 의 개구부 (32c) 의 창판 (31c) 에 전환 in-situ 계속을 실시한 결과, 그때까지와 동일하게 in-situ 계속이 가능하였다. 최종적으로 개구부 (32c) 의 창판 (31c) 에서는 450 장째 실리콘웨이퍼 연마공정 및 드레싱공정까지 in-situ 계속이 가능하였다.

#### [실시예 1-3]

도 5 에 나타내는 바와 같은 연마체를 제조하였다. 연마체로서 Rodel 사의 연마체 IC1000/SUBA400 을 사용하고, 그 연마체 (21) 에 개구부 (32) 를 1 곳 형성하였다. 개구부 (32) 에 폴리우레탄으로 이루 어진 창판 (31) 을 설치하였다. 연마체 (21) 의 표면에 대한 창판 (31) 의 연마대상물측 표면까지의 패임깊이, 33a, 33b, 33c 의 각부분에서, 각각 0.15mm, 0.3mm, 0.45mm 가 되도록 하였다.

이 후, 도 2 에 나타내는 바와 같이 연마장치의 정반에 상기 연마체 (21) 를 설치하였다. 열산화막이 1 $\mu$ m 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼의 연마를, 이하 조건으로 실시하고, 창판 (31) 의 33a 부분을 사용하여 연마상태 측정장치 (23) 에 의해 실리콘웨이퍼상의 잔류막두께를 in-situ 계속하였다.

연마헤드 회전수 : 50rpm

정반 회전수 : 50rpm

연마헤드에 대한 하중 :  $2.4 \times 10^4 \text{ Pa}$

연마헤드의 요동 : 없음

연마시간 : 90 초

사용연마제 : Cabot 사 제조 SS25 를 미온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량 : 200ml/분

이 때의 평균연마속도는 430nm/min 이었다. 연마종료후, 스톨입자 사이즈 #100 의 다이아몬드 스톨로 1 분간 드레싱하였다.

매회, 열산화막이 1 $\mu\text{m}$  형성된 새로운 6 인치 실리콘웨이퍼를 사용하여 상기 연마공정 및 드레싱공정을 반복한 결과, 120 장째 실리콘웨이퍼 연마후의 드레싱으로 창판 (31) 의 33a 부분에 손상이 생기기 시작하고, 150 장째 연마로 창판 (31) 의 33a 부분의 투과를 저하에 의해 in-situ 계측에 어려가 발생할 확률이 높아졌다.

그래서, 초기상태의 패임깊이 0.3mm 인 33a 부분에 전환 in-situ 계측을 실시한 결과, 지금까지와 동일하게 어려없는 in-situ 계측이 가능하였다.

또한, 260 장째 실리콘웨이퍼 연마후의 드레싱처리를 실시한 결과, 창판 (31) 의 33b 부분에 손상이 생기기 시작하고, 280 장째 실리콘웨이퍼 연마에서 창판 (31) 의 33b 부분의 투과를 저하에 의해 in-situ 계측에 어려가 발생할 확률이 높아졌다.

다시, 초기상태의 패임깊이 0.45mm 였던 창판 (31) 의 33c 부분에 전환 in-situ 계측을 실시한 결과, 그때까지와 동일하게 어려없는 in-situ 계측이 가능하였다.

최종적으로 창판 (31) 의 33c 부분에서는, 450 장째 실리콘웨이퍼 연마처리까지 in-situ 계측이 가능하였다.

#### [실시예 1-4]

도 6 에 나타내는 바와 같은 연마체를 제작하였다. 연마체 (21) 로서 Rodel 사의 연마체 IC1000/SUBA400 을 사용하고, 그 연마체에 개구부를 1 곳 형성하였다.

도 6 에 나타내는 바와 같이 비스듬하게 폴리우레탄으로 이루어진 창판 (31) 을 배치하였다. 연마체 (21) 의 표면에서 창판 (31) 의 연마대상물측 표면까지의 패임깊이, 최소 0.1mm (34a 의 부분), 최대 0.5mm (34d 의 부분) 가 되도록 하였다.

이 연마체를 도 2 에 나타내는 바와 같은 연마장치의 연마체로 사용하고, 열산화막이 1 $\mu\text{m}$  형성된 6 인치 실리콘웨이퍼의 연마를, 이하의 조건으로 실시하여, 창판 (31) 의 34a 부분을 사용하여 연마상태 관찰장치 (23) 에 의해 실리콘웨이퍼상의 잔류막두께를 in-situ 계측하였다.

연마헤드 회전수 : 50rpm

정반 회전수 : 50rpm

연마헤드에 대한 하중 :  $2.4 \times 10^4 \text{ Pa}$

연마헤드의 요동 : 없음

연마시간 : 90 초

사용연마제 : Cabot 사 제조 SS25 를 미온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량 : 200ml/분

이 때의 평균연마속도는 430nm/min 이었다. 연마종료후, 스톨입자 사이즈 #100 의 다이아몬드 스톨로 1 분간 드레싱하였다.

매회, 열산화막이 1 $\mu\text{m}$  형성된 새로운 6 인치 실리콘웨이퍼를 사용하여 상기 연마공정 및 드레싱공정을 반복한 결과, 50 장째 실리콘웨이퍼의 연마후의 드레싱으로부터 창판 (31) 의 34a 부분의 투과를 저하가 발생하고, 70 장째 실리콘웨이퍼의 연마에서 투과를 저하에 의해 in-situ 계측에 어려가 발생할 확률이 높아졌다.

그리고, 연마초기와 동등한 투과율이 얻어지는 34b 부분으로 전환하여 in-situ 계측을 실시한 결과, 지금까지와 동일하게 in-situ 계측이 가능하였다.

110 장째 실리콘웨이퍼를 연마한 후의 드레싱을 실시한 결과에서 투과를 저하가 발생하고, 140 장째 실리콘웨이퍼에서의 투과를 저하에 의해 in-situ 계측에 어려가 발생할 확률이 높아졌다.

다시, 초기와 동등한 투과율이 얻어지는 창판 (31) 의 34c 부분으로 전환하여 in-situ 계측을 실시한 결과, 지금까지와 동일하게 어려없는 in-situ 계측이 가능하였다.

이상의 조작을 반복하여 최종적으로 650 장째 실리콘웨이퍼의 연마처리까지 in-situ 계측이 가능하였다.

#### [실시예 1-5]

도 13 에 나타낸 바와 같은 연마체를 제작하였다. 반사방지막이 형성된 사이즈 20mm  $\times$  50mm, 두께 0.5mm 의 아크릴판으로 이루어진 하부 투명재료 (37) 상에, 동일 사이즈이며 두께 0.6mm 의 폴리우레탄

로 이루어진 상부 투명재료 (37) 를 UV 접착제로 고정하여, 2 층창을 제작하였다. 이 때, 창판 (31) 전체의 형상은 사이즈 20mm × 50mm, 두께 1.15mm 이다. 반사방지막을, 하부 투명재료 (37) 인 마크 필판의 표면 (37a) 에 형성하였다.

Rodel 사의 연마제 IC1000 (부호 21a) 에 20mm × 50mm 의 개구부 및 서브 연마제 SUBA400 (부호 21b) 에 10mm × 40mm 의 개구부를 형성하고, 각 개구부 중심이 일치하도록 적층하여 2 층 연마제 (21) 를 형성하였다. 연마제 IC1000 의 압축 탄성률은  $7.5 \times 10^4$  Pa, 서브 연마제 SUBA400 의 압축탄성률은  $9.6 \times 10^4$  Pa 이고, 마크필의 압축탄성률은  $0.29 \times 10^{10}$  Pa, 폴리우레탄의 압축탄성률은  $7.5 \times 10^4$  Pa 이다.

이어서, 앞서 제작한 창을 연마제 (21) 의 개구부에 두께 0.1mm 의 양면 테이프를 사용하여 부착함으로써 설치하였다. 이 때의 연마제 표면에 대한 창 표면의 패임량은 10 $\mu$ m 이하이다.

이 연마제를 도 2 에 나타낸 바와 같은 연마장치에 장착하고, 두께 1 $\mu$ m 의 열산화막이 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼의 연마를, 이하의 조건으로 실시하여, 실리콘웨이퍼상의 산화막의 잔류막두께를 in-situ 계속하였다.

연마헤드의 회전수 : 50rpm

연마장반의 회전수 : 50rpm

하중 (연마대상물이 연마체에 가해지는 압력) :  $2.4 \times 10^4$  Pa

요동 : 없음

연마시간 : 90초

사용연마제 : Cabot 사 제조 SS25 를 미온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량 : 200ml/분

이 때의 평균연마속도는 430nm/min 이다. 이 때, 창에 의한 실리콘웨이퍼에 대한 손상이나 불균일한 연마는 발생하지 않았다. 도 14 는 in-situ 로 계속한 실리콘웨이퍼 표면으로부터의 반사분광 스펙트럼의 그래프이고, 도 14 의 그래프의 곡선중 곡선 (a) 가 본 실시예의 반사분광 스펙트럼이다.

도 14 그래프에서, 횡축은 파장이고, 종축은 연마제 대신 미온교환수를 개재시킨 상태에서, 알루미늄 막 형성된 실리콘웨이퍼를 연마제의 창부분상에 배치했을 때의, 연마상태 측정장치 (23) 로 리턴된 광의 반사분광 스펙트럼을 기준 반사분광 스펙트럼으로 하고, 그 기준 반사분광 스펙트럼에 대한 계속한 반사분광 스펙트럼의 강도비이다. 시뮬레이션에 의한 파형 피팅으로부터 연마상황 (실리콘웨이퍼상의 열산화막의 잔류막두께) 의 계속이 가능하다.

[실시예 1-6]

도 15 에 나타낸 바와 같은 공정에 의해 연마체를 제조하였다.

반사방지막 (42) 이 형성된 사이즈 20mm × 50mm, 두께 1mm 의 석영유리판 (41) 을 준비하고 (도 15(a)), 석영유리판 (41) 주변에 내열 테이프 (43) 를 감고, 바닥면을 석영유리로 하는 용기를 제작한다 (도 15(b)). 유자겔에폭시사 제조 에피코트 828 과 에피코트 871 을 중량비 4 : 6 으로 혼합하고, 이것과 에폭시 등량의 p-p 메틸렌디아닐린을 경화제로서 용해 혼합한 수지 (44) 를, 상기 용기에 흘려 넣어 가열 경화한다 (도 15(c)). 이어서, 에폭시수지 (48) 를 석영유리에 대하여 평행하게 바이트 (49) 등으로 절삭한 후 (도 6(d)), 에폭시 수지 (44) 를 연마로 경면가공하고, 아래서부터 순서대로 반사방지막/석영유리/에폭시 수지로 이루어진 창 (45) 을 얻는다 (도 15(e)). 이 때의 창 두께는 1.6mm 이다.

개구부 (46) 를 갖는 알루미늄 플레이트 (47) 를 준비하고, 알루미늄 플레이트 (47) 의 개구부, 주변에 내열 테이프 (43) 를 부착하고 (도 15(g)), 창 (45) 의 제작시와 동일한 성분의 에폭시 수지 (44) 를 두께 4mm 가 되도록 흘려 넣어 가열경화한다 (도 15(h)). 그 후, 가공한 에폭시 수지 (50) 를 연마체로 하기 위해 주변의 내열 테이프를 떼어내고, 기계 절삭에 의해 연마체 표면에 소정의 홈 패턴을 형성한다 (도 15(i)).

이어서, 상기 창 표면이, 연마체 표면과 동일한 높이가 되도록 사이즈에 맞춰, 개구부에 계단형 구멍을 뚫고 (도 15(j)), 양면 테이프를 창을 고정한다 (도 15(k)). 이 때의 연마체 표면에 대한 창 표면의 패임량은 10 $\mu$ m 이하이고, 창 표면과 연마체 표면은, 거의 동일한 면으로 되어 있다.

실시예에서는 알루미늄 플레이트로는 개구부 (46) 를 갖는 알루미늄 플레이트가 사용되고 있지만, 개구부를 갖지 않는 알루미늄 플레이트를 사용하여, 도 15(j) 공정에서 연마체에 개구부를 형성하는 것과 동시에 알루미늄 플레이트에 개구부를 형성해도 된다.

실시예에서는, 석영유리가 하부 투명재료, 에폭시 수지가 상부 투명재료로 되어 있다. 에폭시 수지의 압축탄성률은  $1.47 \times 10^4$  Pa, 석영유리의 압축탄성률은  $7.31 \times 10^4$  Pa 이다.

이렇게 하여 제조된 연마체를, 도 2 에 나타낸 바와 같은 연마장치에 장착하여, 두께 1 $\mu$ m 의 열산화막이 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼의 연마를, 이하의 조건으로 실시하여, 실리콘웨이퍼상의 산화막의 잔류막두께를 in-situ 계속하였다.

연마헤드의 회전수 : 50rpm

연마장반의 회전수 : 50rpm

하중 (연마대상물이 연마체에 가해지는 압력) :  $2.4 \times 10^4$  Pa

요동 : 없음

연마시간 : 90초

사용연마제 : Cabot 사 제조 SS25 를 이온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량 : 200ml/분

이 때의 평균연마속도는 210nm/min 였다. 또한, 창에 의한 실리콘웨이퍼에 대한 손상이나 불균일한 연마는 발생하지 않았다. 또, in-situ 계측에서 얻어진 실리콘웨이퍼 표면으로부터의 반사분광 스펙트럼은 도 14 의 곡선 (b) 이고, 사출레이션에 의한 파형 피팅으로부터 연마상황 (실리콘웨이퍼상의 열산화막의 잔류막두께) 의 계측이 가능하였다.

[비교예 1-1]

연마체로서 Rodel 사의 연마체 IC1000/SUBA400 을 사용하여, 그 연마체에 개구부를 1 곳 형성하였다. 연마체의 표면에서 창의 연마대상물측 표면까지의 패임깊이 10 $\mu$ m 이하가 되도록 폴리우레탄으로 이루어진 창을 연마체의 개구부에 설치하였다.

이 연마체를 도 2 에 나타낸 바와 같은 연마장치에 설치하고, 열산화막이 1 $\mu$ m 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼를 이하의 조건으로 연마하여, 실리콘웨이퍼의 잔류막두께를 in-situ 계측하였다.

연마헤드의 회전수 : 50rpm

정반의 회전수 : 50rpm

연마헤드에 대한 하중 :  $2.4 \times 10^4$  Pa

연마헤드의 요동 : 없음

연마시간 : 90초

사용연마제 : Cabot 사 제조 SS25 를 이온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량 : 200ml/분

이 때의 평균연마속도는 430nm/min 였다.

연마종료후, 스톱입자 사이즈 #100 의 다이아몬드 스톱으로 1 분간 드레싱을 실시한 결과, 창의 연마대상물측 표면이 손상되어 불투명해졌다. 이 때의 창을 투과하는 광의 전체 투과광량은, 드레싱전 (창의 연마대상물측 표면이 손상되지 않았을 때) 의 전체 투과광량에 대하여 1% 이하였다.

상기와 동일한 연마조건으로 2 장째 연마를 실시했지만, 실리콘웨이퍼상의 잔류막두께의 in-situ 계측은 불가능하였다.

[비교예 1-2]

연마체로서 Rodel 사의 연마체 IC1000/SUBA400 을 사용하여, 그 연마체에 개구부를 1 곳 형성하였다. 연마체의 표면에서 창의 연마대상물측 표면까지의 패임깊이 0.1mm 가 되도록 아크릴로 이루어진 창을 연마체의 개구부에 설치하였다.

이 연마체를 도 2 에 나타낸 바와 같은 연마장치에 설치하고, 열산화막이 1 $\mu$ m 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼를 이하의 조건으로 연속 150 장 연마하여, 실리콘웨이퍼의 잔류막두께를 in-situ 계측하였다.

연마헤드 회전수 : 50rpm

정반 회전수 : 50rpm

연마헤드에 대한 하중 :  $2.4 \times 10^4$  Pa

연마헤드의 요동 : 없음

연마시간 : 90초

사용연마제 : Cabot 사 제조 SS25 를 이온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량 : 200ml/분

드레싱 조건 : 스톱입자 사이즈 #100 의 다이아몬드 스톱으로 실리콘웨이퍼를 1 장 연마할 때마다 1 분간

그 결과, 연마 매수 17 장에서 창에 손상이 발생하였다. 연마를 계속한 결과, 53 장째에서 실리콘웨이퍼로부터의 반사광량이 감소하여 in-situ 계측이 곤란해졌다. 창을 확인한 결과, 드레싱에 의한 손상으로 불투명 유리처럼 되었다. 연마 전후의 연마체의 두께의 측정에서, 연마와 드레싱에 의해 연마체는 0.05mm 마모되었다.

[비교예 1-3]

반사방지막을 실시한 사이즈 20mm x 50mm, 두께 2mm 의 아크릴 창을, 실시예 1-6 과 동일하게 제작한 연마체의 개구부에, 창의 표면과 연마체 표면이 동일한 높이가 되도록 실시예 1-6 과 동일하게 고정하였다. 이 때의 연마체 표면에 대한 창 표면의 패임은 10 $\mu$ m 이하였다.

이 연마체를 도 2 에 나타낸 바와 같은 연마장치에 장착하고, 두께 1 $\mu$ m 의 열산화막이 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼의 연마를 이하의 조건으로 실시하여, 실리콘웨이퍼상의 산화막의 잔류막두께를 in-situ 계

촉하였다.

연마헤드의 회전수: 50 rpm

연마정반의 회전수: 50 rpm

하중 (연마대상물이 연마체에 눌러지는 압력):  $2.4 \times 10^4$  Pa

요동: 없음

연마시간: 90 초

사용연마제: Cabot 사 제조 SS25 를 이온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량: 200 ml/분

실시에 1-5, 1-6 과 동일하게 in-situ 계속으로 실리콘웨이퍼의 표면으로부터의 반사분광 스펙트럼이 얻어져, in-situ 에서 연마상황 (실리콘웨이퍼상 열산화막의 잔류막 두께) 의 계속은 가능했지만, 연마에 의해 실리콘웨이퍼에 손상이 발생하였다.

[비교예 1-4]

사이즈 20mm × 50mm, 두께 2mm 의 폴리우레탄 창을, 실시에 1-6 과 동일하게 제작한 연마체의 개구부에, 창 표면과 연마체 표면이 동일한 높이가 되도록, 실시에 1-6 과 동일하게 고정하였다.

이 연마체를 도 2 에 나타낸 바와 같은 연마장치에 장착하고, 두께 1 $\mu$ m 의 열산화막이 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼의 연마를, 이하의 조건으로 실시하여, 개구부를 사용하여 실리콘웨이퍼의 잔류막 두께를 in-situ 계속하였다.

연마헤드의 회전수: 50 rpm

연마정반의 회전수: 50 rpm

하중 (연마대상물이 연마체에 눌러지는 압력):  $2.4 \times 10^4$  Pa

요동: 없음

연마시간: 90 초

사용연마제: Cabot 사 제조 SS25 를 이온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량: 200ml/분

이 때, 창에 의한 실리콘웨이퍼로의 손상이나 불균일한 연마는 발생하지 않았다. 도 16 은 이 때의 반사분광 스펙트럼의 그래프이며, 폴리우레탄 창의 변형에 의해, 계속되는 반사분광 스펙트럼의 형상이 변형되었기 때문에, 계속 시뮬레이션과 일치하지 않아 막 두께 측정이 곤란하였다.

[실시형태 1-7]

본 발명의 실시형태의 일례인, 상기 도 2 에 나타내는 연마장치에서의 연마패드 (21) 의 최표면 (연마대상물과 접촉하는 면) 과 창판 (31) 의 연마패드 (21) 의 최표면측 면과의 간격의 조정 방법에 대하여 설명한다. 연마상태 측정장치 (23) 로서는 반사분광특성 (반사분광 스펙트럼) 으로부터 연마막 두께 또는 연마중점을 측정하는 장치를 사용한다. 연마상태 측정장치 (23) 에서 측정된 반사분광 스펙트럼은, 연마상태 측정장치 (23) 의 신호처리장치에서, 시뮬레이션 등으로 얻어진 참조 스펙트럼과 비교되고, 연마막 두께 또는 연마중점이 측정된다.

창판 (31) 의 연마체 (21) 의 최표면측 면과의 간격이 너무 넓은 경우, 창판 (31) 상의 연마체 (21) 에 형성되는 패임부에 존재하는 연마제에 의한 광의 손실이 너무 많아, 연마상태 측정장치 (23) 에서 미약한 신호밖에 얻을 수 없기 때문에, 연마막 두께 또는 연마중점을 양호하게 측정할 수 없다. 한편, 창판 (31) 의 연마체 (21) 의 최표면측 면과의 간격이 너무 좁은 경우, 상기 패임부에 존재하는 연마제의 종의 간섭에 의한 신호가 연마상태 측정장치 (23) 의 신호에 가해지므로, 연마막 두께 또는 연마중점을 양호하게 측정할 수 없다.

이에 대하여 본 실시형태에서는, 연마상태 측정장치 (23) 에서 측정한 신호를 보면서, 연마막 두께 또는 연마중점을 양호하게 측정할 수 있을 만큼의 강도의 신호가 연마상태 측정장치 (23) 에서 측정될 수 있도록, 연마체 (21) 의 최표면 (연마대상물과 접촉하는 면) 과 창판 (31) 의 최표면측 면과의 간격을 조정한다. 따라서, 연마공정에서 연마상태 측정장치 (23) 는, 연마막 두께 또는 연마중점을 양호하게 측정할 수 있다.

[실시형태 1-8]

다음, 본 발명의 실시형태인 연마막 두께 또는 연마중점의 측정방법에 대하여 도 2 를 참조하여 설명한다. 연마상태 측정장치 (23) 로는 반사분광특성 (반사분광 스펙트럼) 으로부터 연마막 두께 또는 연마중점을 측정하는 장치를 사용한다.

연마중에 창판 (31) 과 연마대상물 사이의 연마제의 두께가 일정하지 않아, 연마막 두께 또는 연마중점의 측정에서 부적당한 신호가 얻어지는 경우가 있다. 부적당한 신호란, 예컨대, 전술한 바와 같은 연마제에 의한 손실이 너무 많은 경우의 미약한 신호 및 창판 (31) 의 상부에 형성되는 패임부에 존재하는 연마제의 종의 간섭에 의한 신호가 가해진 신호이다.

이에 대하여 본 실시형태에서는, 본 발명의 실시형태의 조정방법의 조정시 등에 얻어진 부적당한 신호 등을 미리 측정된 신호로서 기억장치 (도시 생략) 에 기억시켜 두고, 연마중에 연마상태 측정장치 (23) 에

서 측정된 신호와 기억장치에 기억되어 있는 상기 신호를 비교하여, 이들이 같을 때에, 연마상태 측정장치 (23) 에서 측정된 신호를 연마막 두께 또는 연마중점검출에 사용하지 않는 단계를 갖는다. 이로 인해, 창과 연마대상물 사이의 연마체의 두께가 일정하지 않아 불안정해지는 경우라도, 연마막 두께 또는 연마중점의 측정에서 잘못 측정하는 일이 없어진다.

#### [실시형태 1-9]

도 17은 본 발명의 실시형태인 연마장치의 정반의 개구부 부근의 단면도이다. 도 17에서 51은 전동 스테이지로 이루어진 이동장치, 52는 창 지지대, 53은 0 링, 54는 간격검지장치, 55는 컴퓨터, 56은 스테이지 콘트롤러, 57은 모터이다.

이동장치 (51)에 창판 (31)을 지지하는 창 지지대 (52)가 장착되고, 창 지지대 (52)의 상단에 창판 (31)을 설치한 가동창이, 정반 (20)의 개구부 (22)에 배치되어 있다. 이렇게, 창판 (31)은 창 지지대 (52) 및 이동장치 (51)를 통하여 정반 (20)에 설치되어 있다. 이동장치 (51)로서는 전동 스테이지 외에 피에조 스테이지 등이 사용된다. 창 지지대 (52)는 파이프형으로 되어 있으며, 파이프의 중공부분이 연마중점의 검출이나 막두께 측정 등을 위한 광로로 되어 있다. 연마체의 침입을 방지하기 위해, 정반 (20)의 개구부 (22)와 창 지지대 (52)의 간격은, 그리스(grease) (도시 생략) 또는 0 링 (53)의 적어도 한쪽으로 씌워져 있다.

이동장치 (51)에 의해 창 지지대 (52) 및 창판 (31)이 도 17 중의 상하방향으로 이동함으로써, 창판 (31)의 연마체 대상물측의 표면 위치가 이동된다.

정반 (20)의 밑에, 연마면의 상태를 관찰하는 장치 (23) 및 창판 (31)의 표면과 연마대상물인 실리콘웨이퍼의 연마면과의 간격을 검지하는 간격검지장치 (54)가 배치되어 있다. 창판 (31)의 연마대상물측 표면과 연마대상물의 연마면과의 간격은, 연마체 (21)표면에 대한 창판 (31)의 연마대상물측 표면의 패임량과 동일하다. 연마면상태 관찰장치 (23)에 의해 연마중점의 검출이나 막두께 측정이 실시된다. 간격검지장치 (54)로서는 오토포커스의 원리를 이용한 센서, 간섭 원리를 이용한 센서, 또는 광을 조사하여 반사광을 수광하고 그 수광량이 일정하게 되도록 제어하기 위한 신호를 출력하는 센서 등이 사용된다.

간격검지장치 (54)의 측정결과로부터 제어장치인 컴퓨터 (55), 스테이지 콘트롤러 (56)를 통하여 전동 스테이지의 모터 (57)를 구동하고, 창판 (31)의 연마대상물측 표면과 연마대상물인 실리콘웨이퍼 (도시 생략)의 연마면과의 간격이 제어된다. 그리고, 간격검지장치 (54)로부터의 신호에 의한 창판 (31)의 표면과 실리콘웨이퍼 (도시 생략)의 연마면과의 간격의 제어는, 상기 간격이 항상 일정하게 되도록 컴퓨터 (55)로 설정되어 실시된다.

1. 장의 실리콘웨이퍼의 연마를 마칠 때마다 드레싱이 실시된다. 드레싱 중에도 창판 (31)의 표면 위치는, 전술한 연마시에 제어되었던 위치에 고정되도록 제어된다. 드레싱 후, 다음에 연마되는 실리콘웨이퍼가 연마헤드 (16)에 장착되어 연마가 실시된다. 이렇게 연마공정, 드레싱공정이 교대로 반복된다.

이 실시형태에서는, 창판 (31)의 연마대상물측 표면과 연마대상물인 실리콘웨이퍼의 연마면과의 간격검지장치 (54)를 사용하여 창판 (54)의 위치제어를 실시하고 있지만, 간격검지장치 (54) 대신에 연마체 (21)의 마모상태를 검지하는 장치를 설치해도 된다. 이 경우는, 연마체 (21)의 마모량만큼 창판 (31)의 연마대상물측 표면을 도 17 중의 하방향으로 이동시키도록 이동장치 (51)를 제어하면 된다.

연마체 (21)의 마모상태를 검지하는 장치로는 측침식(縋針式) 변위계, 광학식 변위계 등이 이용된다. 또한, 간격검지장치 (54) 및 연마체의 마모상태를 검지하는 장치 양방을 이용하여, 창판 (31)의 위치를 제어해도 된다.

이와 같이 본 실시형태에 의한 연마장치에서는, 이동장치 (51)에 의해 창판 (31)의 연마대상물측 표면의 위치가 제어되고 있어, 창판 (31)의 표면과 연마대상물인 실리콘웨이퍼의 연마면 사이에 일정한 간격을 갖도록 연마체 (21)의 표면에 대하여 창판 (31)의 연마대상물측 표면이 움푹 패여있고, 그 상태가 드레싱시에도 유지되고 있다. 따라서, 드레싱에 의해 창의 연마대상물측 표면이 손상되는 일이 없기 때문에, 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 항상 실시할 수 있다. 이에 의해, 종래에 비해 동일한 연마체를 장기간 연마에 사용할 수 있고, 연마체 또는 창의 교환빈도가 적어지므로, 연마에 드는 비용을 절감할 수 있다는 효과가 있다.

또한, 본 실시형태에 의한 연마장치에서는, 창판 (31)의 표면과 실리콘웨이퍼의 연마면과의 간격 제어는, 상기 간격이 항상 일정해지도록 컴퓨터 (55)로 설정되어 이루어지도록 했지만, 이 제어방법과는 달리 컴퓨터 (55)에 의해 연마조건, 연마시간, 드레싱 조건 및 드레싱 시간으로부터 연마체의 마모량을 예측하여, 창의 표면과 실리콘웨이퍼의 연마면과의 간격을 제어해도 된다.

이상의 각 실시형태의 설명에서는, 실리콘웨이퍼 1. 장의 연마가 종료할 때마다 연마체의 드레싱을 실시하는 것으로 하고 있지만, 이들 실시형태는 2 장 이상의 적당한 장수의 실리콘웨이퍼의 연마가 종료할 때마다 연마체의 드레싱을 실시하는 경우에도 적용가능한 것은 물론이다.

#### [실시형태 1-10]

본 실시형태에서의 연마장치의 기본구성은 제 1-9 실시형태에서의 구성 (도 17)과 동일하지만, 정반 (20)에 위치센서가 더 설치되어 있고, 그 위치센서는 실리콘웨이퍼가 정반의 개구부 (22) 상에 있을 때에만 (또는 실리콘웨이퍼가 정반의 개구부상에 없을 때에만) 신호를 출력하는 것을 이용하여, 상기 위치센서로부터의 상기 신호를 컴퓨터 (55)에 입력하게 되어 있다. 그리고, 실리콘웨이퍼가 개구부 (22) 상에 위치하고 있을 때의 창판 (31)의 표면과 실리콘웨이퍼와의 간격에 대하여, 그 이외의 위치에 실리콘웨이퍼가 있을 때에는, 연마체 (21)의 표면에 대한 창판 (31)의 연마대상물측 표면의 패임량이 더 커지도록 창판 (31)을 이동시키도록 정반 (20)의 회전에 동기한 동적인 제어를 실시한다.

상술한 바와 같이, 연마중에 연마중점 또는 막두께를 측정할 때에만 창의 패임량이 작고, 그 이외의 경우



에는 패임량이 커지도록 제어되고 있기 때문에, 연마체 (21) 의 드레싱을 연마와 연마 사이에 실시할 필요가 없고, 연마체 (21) 상에 연마헤드와 함께 드레싱을 다이아몬드 스톤 등을 설치하여, 연마와 동시에 드레싱하는 것 (in-situ (그 자리에서) 드레싱) 이 가능하다.

이와 같이, 본 실시형태에 의한 연마장치에서는, 이동장치 (51) 에 의해 청판 (31) 의 연마대상물측 표면의 위치가 제어되고 있어, 드레싱용 다이아몬드 스톤이 연마체 (21) 의 개구부 위를 통과할 때, 연마체 (21) 의 표면에 대한 청판 (31) 의 연마대상물측 표면의 패임량을 크게 하고 있기 때문에, 연마대상물의 연마를 실시하면서 드레싱하더라도, 드레싱에 의해 청의 연마대상물측 표면이 손상되는 일이 없고, 연마 중점의 검출이나 막두께 측정을 항상 실시할 수 있다.

이에 의해, 종래에 비해 동일한 연마체를 장기간 연마에 사용할 수 있고, 연마체 또는 청의 교환빈도가 적어지며, 또한 드레싱을 실시하기 위한 시간을 필요로 하지 않아 복수의 연마대상물 연마에 필요한 전체 시간이 단축되기 때문에, 연마에 드는 비용을 절감할 수 있다는 효과가 있다.

이상의 제 1-9, 제 1-10 실시형태에서도, 상술한 바와 같이 측정장이 통과하는 위치에서의, 연마체의 표면에 대한 청의 연마대상물측 표면의 패임량  $d$  는, 상술한 바와 같은 이유에 의해  $0\mu\text{m} < d \leq 400\mu\text{m}$  이 되도록 청의 위치가 제어되는 것이 바람직하다.

또, 이를 실시형태에서도, 청 재료로는 상술한 재료를 사용하는 것이 바람직하다.

[실시형태 1-11]

도 18 은 본 실시형태에 의한 연마장치의 연마체 부근의 개요를 나타내는 도이다. 도 18(a) 는, 개구부 부근의 단면도이고, 도 18(b) 는 연마대상물이 개구부 위에 있을 때의 개구부 부근의 모양을 나타내는 단면도이다. 도 18 에서 58 은 청 고정통, 59 는 투명고무창, 60 은 유리창, 61 은 공압제어장치이다.

청 고정통 (58) 의 상단에는 투명고무창 (59) 이, 하단에는 유리창 (60) 이 장착되어 있다. 또한, 청 고정통 (58) 에는 청 고정통 (58) 내를 가압/감압하기 위해 공압제어장치 (61) 가 접속되어 있다. 투명고무창 (59) 의 사이즈에 맞추어 개구부를 형성한 연마체 (21) 가 정반 (20) 에 부착되어 설치되어 있다. 투명고무창 (59) 은 이동장치로서의 기능을 갖는 청 고정통 (58) 을 통하여 정반 (20) 에 설치되어 있다.

청 고정통 (58) 은 청 고정통 (58) 내의 압력이 감압 (상압) 일 때에는, 연마체 (21) 의 표면에 대하여 투명고무창 (59) 의 연마대상물측 표면이 움푹 패인 위치가 되고, 정반 (20) 의 개구부 (22) 에 설치되어 있다. 그리고, 공압제어장치 (61) 에 의해 청 고정통 (58) 내의 압력을 가압하면, 청 고정통 (58) 의 상단에 장착되어 있는 투명고무창 (59) 이 상방향으로 부풀든다.

투명고무창 (59) 이 상방향으로 부풀면 연마체 (21) 의 표면에서 약간 위로 물출되지만, 실리콘웨이퍼 (17) 가 개구부 (22) 위에 있을 때에는, 도 18(b) 에 나타난 바와 같이 투명고무창 (59) 의 연마대상물측 표면은 실리콘웨이퍼 (59) 의 연마면에 밀착한다.

이와 같이, 공압제어장치 (61) 에 의해 청 고정통 (58) 내의 압력을 조정함으로써, 투명고무창 (59) 을 부풀려 투명고무창 (59) 의 연마대상물측 표면을 도 18 중의 상방향으로 이동시키는 이동장치로서 기능한다.

정반 (20) 에 위치센서가 설치되어 있고, 그 위치센서는 실리콘웨이퍼 (17) 가 정반의 개구부 (22) 위에 있을 때에만 (또는 실리콘웨이퍼가 정반의 개구부 위에 없을 때에만) 신호를 출력하는 것을 이용하여, 상기 위치센서로부터의 상기 신호를 컴퓨터 (55) 에 입력한다. 그리고, 실리콘웨이퍼 (17) 가 개구부 (22) 위에 위치하고 있을 때에는 청 고정통 (58) 내의 압력은 가압, 그 이외의 위치에 있을 때에는 청 고정통 (58) 내의 압력은 감압 (상압) 이 되도록 정반 (20) 의 회전에 동기한 동적인 제어를 실시한다. 이러한 제어에 의해, 실리콘웨이퍼 (17) 가 개구부 (22) 위에 위치하고 있을 때 투명고무창 (59) 의 연마대상물측 표면은 실리콘웨이퍼 (17) 의 표면에 접촉하고, 그 이외의 위치에 있을 때 투명고무창 (59) 의 연마대상물측 표면은 연마체 (21) 의 표면에 대하여 움푹 패이게 된다.

정반 (20) 아래에, 연마면상태 관찰장치 (23) 가 배치되어 있고, 연마중점의 검출 및 막두께 측정은 제 1-9 실시형태와 마찬가지로 실시된다.

상기와 같이 투명고무창 (59) 표면의 위치를 제어함으로써 연마체 (21) 의 드레싱을 연마와 연마 사이에 실시할 필요가 없어 in-situ (그 자리에서) 드레싱이 가능하다.

투명고무창 (59) 의 연마대상물측 표면은 연마중점의 검출 또는 막두께 측정을 할 때 실리콘웨이퍼 (17) 와 접촉하도록 되어 있으나, 꼭 접촉하지 않아도 된다.

본 실시형태에서도, 상술한 이유에 의해 투명고무창 (59) 의 연마상태 측정장치 (23) 로부터의 광이 통과하는 부분 (연마중점의 검출이나 막두께 측정에 사용하고 있는 부분) 의 패임량  $d$  는, 측정중에서  $0\mu\text{m} < d \leq 400\mu\text{m}$  인 것이 바람직하고,  $10\mu\text{m} < d \leq 200\mu\text{m}$  인 것이 특히 바람직하다.

이와 같이, 본 실시형태에 의한 연마장치에서는 청 고정통 (58) 내의 압력이 제어되고 청의 연마대상물측 표면의 위치가 제어되고 있어, 드레싱용 다이아몬드 스톤이 연마체의 개구부 위를 통과할 때, 연마체의 표면에 대한 청의 연마대상물측 표면의 패임량이 길어져 있다. 따라서, 연마대상물을 연마하면서 드레싱하더라도 드레싱에 의해 청의 연마대상물측 표면이 손상되는 일이 없어 연마중점의 검출이나 막두께 측정을 항상 실시할 수 있다. 이에 의해, 종래에 비해 동일한 연마체를 장기간 연마에 사용할 수 있고, 연마체 또는 청의 교환빈도가 적어지며, 또한 드레싱을 실시하기 위한 시간을 필요로 하지 않아 다수의 연마대상물 연마에 필요한 전체 시간이 단축되기 때문에, 연마에 드는 비용을 절감할 수 있다는 효과가 있다.

이상 설명한 어떤 실시형태에 있어서도, 정반 (20) 아래에 설치되어 있는 연마상태 측정장치 (23) 로는 반사분광특성 (반사분광 스펙트럼) 으로부터 연마중점의 검출 및 막두께 측정을 하는 장치를 이용하는 것

이 바람직하다. 연마상태 측정장치 (23) 로 계속된 반사분광 스펙트럼을, 컴퓨터 (도시 생략) 에서 시뮬레이션 등으로 얻어진 참조 스펙트럼과 비교하여, 막두께가 산출 또는 연마중점이 검출된다. 연마상태 측정장치 (23) 로는, 상술한 반사분광특성 (반사분광 스펙트럼) 으로부터 연마중점의 검출 및 막두께 측정을 하는 장치 대신에 특정 파장에서의 반사율의 변화에서 연마중점의 검출 또는 막두께 측정을 하는 장치, 또는 연마면을 CCD 카메라 등으로 촬영하여 촬영한 화상을 화상처리함으로써 연마중점의 검출 또는 막두께 측정을 하는 장치 등을 이용해도 된다.

#### [실시예 1-7]

도 17 에 나타난 바와 같은 구성을 갖는 연마장치를 제조하였다. 스트로크 10mm 의 이동장치 (전동 스테이지) (51) 에 창 지지대 (52) 를 장착하고, 그 상단에 마크릴 창판 (31) 을 배치하였다.

정반 (20) 아래에 연마상태 측정장치 (23) 및 간격검지장치 (54) 를 배치하였다. 간격검지장치 (54) 로서 오토포커스 기구를 이용한 센서를 사용하였다.

이어서, 창판 (31) 의 사이즈에 맞추어 개구부를 형성한 연마체 (21) (Rodel 사의 IC 1000/SUBA 400) 를 정반 (20) 에 설치하였다. 간격검지장치 (54) 로부터의 신호에 의한 창판 (31) 간격의 제어는, 창판 (31) 의 연마대상물측 표면과 실리콘웨이퍼의 연마면과의 간격이 항상 0.2mm 로 제어되도록 설정하였다.

이후, 열산화막이 1 $\mu$ m 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼를, 이하의 조건으로 1 장씩 연속 150 장 연마하여, 연마상태 측정장치 (23) 에 의해 실리콘웨이퍼의 잔류막두께를 in-situ 계속하였다.

연마헤드 회전수 : 50 rpm

정반 회전수 : 50 rpm

연마헤드에 대한 하중 :  $2.4 \times 10^4$  Pa

연마헤드의 요동 : 없음

연마시간 : 90 초

사용연마제 : Cabot 사 제조 SS25 를 이온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량 : 200ml/분

연마종료후, 스톱입자 사이즈 #100 의 다이아몬드 스톱으로 1 분간 드레싱하였다.

그 결과, 연마 전후의 연마체의 두께 측정에서, 연마와 드레싱에 의해 연마체 (21) 는 0.17mm 마모되었으나, 창판 (31) 은 손상되지 않았다.

도 19 는 연마중의 어느 순간에 in-situ 로 계속한 실리콘웨이퍼 표면으로부터의 반사분광 스펙트럼의 그래프이다. 도 19 의 그래프에서, 필록은 파장이고, 종축은 연마제 대신 이온교환수를 개재시킨 상태에서 알루미나가 성막된 실리콘웨이퍼를 연마체의 창 부분 위에 배치했을 때의, 연마상태 측정장치 (23) 로 리턴된 광의 반사분광 스펙트럼을 기준 반사분광 스펙트럼으로 하고, 그 기준 반사분광 스펙트럼에 대한 계속된 반사분광 스펙트럼의 강도비이다. 150 장의 실리콘웨이퍼 전체의 연마에 있어서, 연마개시부터 동일한 시간이 경과한 어느 순간에 도 19 의 곡선 (a) 에 나타난 바와 같은 반사분광 스펙트럼이 얻어지고, 양호한 in-situ 계속이 실시되었다.

#### [실시예 1-8]

실시예 1-7 과 동일한 장치 (도 17) 를 사용하여, 실시형태 제 2-4 의 방법을 이용하여 연마하였다. 창판 (31) 이 실리콘웨이퍼 아래에 위치하고 있을 때에는 창외 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격이 0.1mm, 그 이외의 위치에 있을 때에는 창외 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격이 0.5mm 가 되도록 제어하였다.

이후, 열산화막이 1 $\mu$ m 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼를, 이하의 조건으로 1 장씩 연속 150 장 연마하고, 연마상태 측정장치 (23) 에 의하여 실리콘웨이퍼의 잔류막두께를 in-situ 계속하였다.

연마헤드 회전수 : 50 rpm

정반 회전수 : 50 rpm

연마헤드에 대한 하중 :  $2.4 \times 10^4$  Pa

연마헤드의 요동 : 없음

연마시간 : 90 초

사용연마제 : Cabot 사 제조 SS25 를 이온교환수로 2 배로 희석

연마제 유량 : 200ml/분

드레싱 조건 : 스톱입자 사이즈 #100 의 다이아몬드 스톱으로 1 장 연마할 때마다 1 분간

그 결과, 연마 전후의 연마체의 두께 측정에서, 연마와 드레싱에 의해 연마체는 0.15mm 마모되었으나, 창판 (31) 은 손상되지 않았다. 또한, 150 장의 실리콘웨이퍼 전체 연마에 있어서, 연마개시부터 동일한 시간이 경과한 어느 순간에 도 19 의 곡선 (b) 에 나타난 바와 같은 반사분광 스펙트럼이 얻어지고, 양호한 in-situ 계속이 실시되었다.

#### [실시예 1-9]

도 18 에 나타난 바와 같은 구성을 갖는 연마장치를 제조하였다. 창 고정통 (58) 의 상단에는 두께

0.2mm 의 투명고무창 (59) 을 장착하고, 하단에는 유리창 (60) 을 장착하였다.

투명고무창 (59) 의 사이즈에 맞추어 개구부를 형성한 연마재 (21) (Rodel 사의 IC 1000/SUBA 400) 을 정반 (20) 에 부착하고, 이어서 감압 (상압) 시의 투명고무창 (59) 의 연마대상물측 표면으로부터 연마재 (20) 의 표면까지의 간격이 0.6mm 가 되도록 창 고정통 (58) 을 정반 (20) 의 개구부 (22) 에 배치하였다.

실리콘웨이퍼 (17) 가 개구부 (22) 상에 있을 때에는, 창 고정통 (58) 내의 압력을 가압하고, 투명고무창 (59) 의 연마대상물측 표면은 실리콘웨이퍼 (17) 의 연마면에 밀착되도록 설정하였다.

이후, 열산화막이 1nm 형성된 6 인치 실리콘웨이퍼를, 이하의 조건으로 1 장씩 연속 150 장 연마하고, 연마상태 측정장치 (23) 에 의해 실리콘웨이퍼의 잔류막두께를 in-situ 계속하였다.

연마헤드 회전수 : 50 rpm

정반 회전수 : 50 rpm

연마헤드에 대한 하중 :  $2.4 \times 10^4$  Pa

연마헤드의 요동 : 없음

연마시간 : 90 초

사용연마재 : Cabot 사 제조 SS25 를 이온교환수로 2 배로 희석

연마재 유량 : 200 ml/분

드레싱조건 : 스킵입자 사이즈 #100 의 다이아몬드 스킵으로 실리콘웨이퍼를 1 장 연마할 때마다 1 분간

그 결과, 연마 전후의 연마재의 두께 측정에서, 연마와 드레싱에 의해 연마재는 0.16mm 마모되었으나, 창 (72) 은 손상되지 않았다. 또한, 150 장의 실리콘웨이퍼 전체의 연마에 있어서, 연마개시부터 동일한 시간이 경과한 어느 순간에 도 19 의 곡선 (c) 에 나타난 바와 같은 반사분광 스펙트럼이 얻어지고, 양호한 in-situ 계속이 실시되었다.

이하에, 본 발명의 제 2 의 목적을 달성하기 위한 발명에 관한 실시형태의 예를 설명한다.

[실시형태 2-1]

도 20 은, 반도체 디바이스 제조과정을 나타낸 플로차트이다. 반도체 디바이스 제조과정을 시작하여, 먼저 스텝 S200 에서, 다음에 기재하는 스텝 S201 ~ S204 중에서 적절한 처리공정을 선택한다. 선택에 따라, 스텝 S201 ~ S204 의 어느 한쪽으로 진행한다.

스텝 S201 은 실리콘웨이퍼의 표면을 산화시키는 산화공정이다. 스텝 S202 는 CVD 등에 의해 실리콘웨이퍼 표면에 절연막을 형성하는 CVD 공정이다. 스텝 S203 은 실리콘웨이퍼 상에 전극을 증착 등의 공정으로 형성하는 전극형성공정이다. 스텝 S204 는 실리콘웨이퍼에 이온을 주입하는 이온주입공정이다.

CVD 공정 또는 전극형성공정후에 스텝 S205 로 진행한다. 스텝 S205 는 CMP 공정이다. CMP 공정에서는 본 발명에 관한 연마장치에 의해, 층간절연막의 평탄화 또는 반도체 디바이스 표면의 금속막 연마에 의한 데머션 (damascene) 의 형성 등이 이루어진다.

CMP 공정 또는 산화공정 이후 스텝 S206 으로 진행한다. 스텝 S206 은 포토리소 공정이다. 포토리소 공정에서는, 실리콘웨이퍼의 레지스트의 도포, 노광장치를 이용한 노광에 의한 실리콘웨이퍼로의 회로패턴의 전사, 노광한 실리콘웨이퍼의 현상이 이루어진다. 또한, 다음 스텝 S207 은, 현상한 레지스트상 (像) 이외의 부분을 에칭에 의하여 절삭하고, 그 후 레지스트가 박리되고, 에칭이 끝나 불필요해진 레지스트를 제거하는 에칭공정이다.

이어서 스텝 S208 에서 필요한 전 공정이 완료되었는지를 판단하여, 완료되지 않았으면 스텝 S200 으로 되돌아가, 앞의 스텝을 반복하여 실리콘웨이퍼상에 회로패턴이 형성된다. 스텝 S208 에서 전 공정이 완료된 것으로 판단되면 종료된다.

본 발명에 관한 반도체 디바이스 제조방법에서는, CMP 공정에서 본 발명에 관한 장치나 방법을 사용하기 때문에, CMP 공정에서의 연마중점의 검출정밀도 또는 막두께의 측정정밀도가 향상됨으로써, CMP 공정에서의 생산성이 향상된다. 이에 의하여, 종래의 반도체 디바이스 제조방법에 비해 저비용으로 반도체 디바이스를 제조할 수 있다는 효과가 있다.

또한, 상기 반도체 디바이스 제조 프로세스 이외의 반도체 디바이스 제조 프로세스의 CMP 공정에 본 발명에 관한 연마장치를 사용할 수도 있다.

#### 산업상이용가능성

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 반도체 제조 프로세스 중의 CMP 공정용 장치, 방법으로서 사용할 수 있고, 이에 의해, CMP 공정에서의 연마중점의 검출정밀도 또는 막두께의 측정정밀도가 향상됨으로써, CMP 공정에서의 생산성이 향상된다. 따라서, 종래의 반도체 디바이스 제조방법에 비해 저비용으로 반도체 디바이스를 제조할 수 있다.

본 발명의 설명에서는, 도 1 에 나타내는 바와 같은, 패턴이 형성된 웨이퍼의 연마를 예를 들어 설명했지만, 본 발명은, 베어실리콘 기판의 평탄화를 위한 연마 등, 다른 목적으로도 사용될 수 있음은 물론이다.

#### (57) 청구의 범위

### 청구항 1

연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 연마체로서,

상기 연마체에는, 상기 연마대상물의 피연마면을 광학적으로 측정하는 측정광을 통과시키기 위한 1개 이상의 개구부가 설치되고, 상기 개구부에는, 적어도 측정광에 대해 투명한 창판(window plates)이 끼워넣어져 있고, 비가중시에서의 상기 연마체의 최표면(연마대상물과 접촉하는 면)과 상기 창판의 상기 최표면 즉 면과의 간격이 연마과정에서의 상기 연마체의 압축변형량보다도 크게 조정되는 것을 특징으로 하는 연마체.

### 청구항 2

연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 연마체로서,

상기 연마체에는, 상기 연마대상물의 피연마면을 광학적으로 측정하는 측정광을 통과시키기 위한 1개 이상의 개구부가 설치되고, 상기 개구부에는, 적어도 측정광에 대해 투명한 창판이 끼워넣어져 있고, 상기 창판은, 2장 이상의 투명재료로 이루어진 판이 적층되어 구성되는 것을 특징으로 하는 연마체.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 창판은 적층된 2장의 투명재료판으로 이루어지고, 이 투명재료판 중 상기 연마대상물측 투명재료판의 압축탄성률은, 상기 연마대상물측의 반대측 투명재료판의 압축탄성률보다 작은 값으로 설정되는 것을 특징으로 하는 연마체.

### 청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 투명재료판 중 상기 연마대상물측 투명재료의 압축탄성률은,  $2.9 \times 10^5 \text{ Pa} \leq e \leq 1.47 \times 10^5 \text{ Pa}$  이며, 연마체의 압축탄성률과 거의 동일한 것을 특징으로 하는 연마체.

### 청구항 5

연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 연마체로서,

상기 연마체에는, 상기 연마대상물의 피연마면을 광학적으로 측정하는 측정광을 통과시키기 위한 1개 이상의 개구부가 설치되고, 상기 개구부에는, 적어도 측정광에 대해 투명한 창판이 끼워넣어져 있고, 상기 연마체의 표면에 대해 상기 창판의 상기 연마대상물측 표면이 움푹 패어있고, 이 패임깊이 단계적 또는 연속적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 연마체.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 개구부를 복수개 가지며, 상기 패임깊이 상기 개구부마다 다르게 됨으로써, 상기 패임깊이 단계적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 연마체.

### 청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 패임깊이 동일한 개구부 내의 2개 이상의 부분에서 다르게 됨으로써, 상기 패임깊이 단계적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 연마체.

### 청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 창판은 평행 평판 형상의 투명판이며, 상기 창판이 상기 연마체의 표면에 대해 비스듬히 설치되어 있어 상기 패임깊이 연속적으로 변화하는 것을 특징으로 하는 연마체.

### 청구항 9

연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 연마체로서,

상기 연마체에는, 상기 연마대상물의 피연마면을 광학적으로 측정하는 측정광을 통과시키기 위한 1개 이상의 개구부가 설치되고, 상기 개구부에는, 적어도 측정광에 대해 투명한 창판이 끼워넣어져 있고, 상기 연마체의 표면에 대해 상기 창판의 상기 연마대상물측 표면이 움푹 패어있고, 상기 창판은, 박리가능한 복수장의 투명재료로 이루어진 판재로 구성되는 것을 특징으로 하는 연마체.

#### 청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연마체의 최표면과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격의 최소값  $\delta$  가,  $0 \mu m < \delta \leq 400 \mu m$  인 것을 특징으로 하는 연마체.

#### 청구항 11

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연마체의 최표면과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격의 최소값  $\delta$  가,  $10 \mu m < \delta \leq 200 \mu m$  인 것을 특징으로 하는 연마체.

#### 청구항 12

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연마체의 최표면과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격  $\delta$ (하나의 개구부 내, 또는 서로 다른 개구부를 사이에서 간격  $\delta$  가 다른 경우는 그 최대값)가,  $0 \mu m < \delta \leq$ (연마체의 두께의 90%) 이며, 상기 창판의 두께(하나의 개구부 내, 또는 서로 다른 개구부를 사이에서 두께가 다른 경우는 그 최소값)  $t$  는,  $t \geq$ (연마체의 두께의 10%) 인 것을 특징으로 하는 연마체.

#### 청구항 13

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 창판의 적어도 연마대상물측 표면이 하드 코팅되는 것을 특징으로 하는 연마체.

#### 청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 창체(window bodies)의 측정광에 대한 투과율이 22% 이상인 것을 특징으로 하는 연마체.

#### 청구항 15

연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상을 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 사용되는 상기 연마체에 있어서,

상기 연마체가, 상기 연마대상물의 연마면을 광학적으로 측정하는 광을 통과시키기 위해 적어도 측정광에 대해 투명한 재료로 이루어진 것을 특징으로 하는 연마체.

#### 청구항 16

연마대상물을 지지하는 연마헤드와 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상을 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치에 있어서,

상기 연마체가, 제 1 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 기재되어 있는 연마체인 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

투광기로부터 상기 창판과 상기 개구부를 통과하여, 연마대상물에 측정광을 조사하고, 연마대상물에서 반사되어, 다시 상기 개구부와 상기 창판을 통과하여 리턴된 광을 수광기로 수광하는 기능을 갖는 연마장치에 있어서, 연마작업중에 수광되는 광의 강도가 투광되는 광의 강도의 1% 이상인 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 18

제 16 항 또는 제 17 항에 있어서,

상기 창판이, 상기 연마체의 연마특성과 동등한 연마특성을 갖는 수지인 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 19

제 16 항 내지 제 18 항 중 어느 한 항에 기재되어 있는 연마장치로서, 투광기로부터 상기 창판과 상기 개구부를 통과하여, 연마대상물에 측정광을 조사하고, 연마대상물에서 반사되어, 다시 상기 개구부와 상기 창판을 통과하여 리턴된 광을 수광기로 수광하는 기능을 갖는 연마장치에 있어서, 연마체의 최표면(연마대상물과 접촉하는 면)과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격을 조정하는 방법으로서,

상기 수광기로 측정된 신호에 기초하여, 상기 연마체의 최표면과 상기 창판의 상기 최표면측 면과의 간격을 조정하는 단계를 갖는 것을 특징으로 하는 연마장치의 조정방법.

#### 청구항 20

제 16 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 기재되어 있는 연마장치를 이용하여 연마를 수행하고, 수광기로 수광한 광신호를 이용하여 연마막 두께 또는 연마중점을 측정하는 방법으로서,

연마막 두께 또는 연마중료점을 측정하는 측정수단으로 측정된 신호와 미리 측정하여 기억되어 있는 신호가 동일한 경우 상기 측정수단으로 측정된 신호를 연마막 두께 또는 연마중료점의 측정에 이용하지 않는 것을 특징으로 하는 연마막 두께 또는 연마중료점의 측정방법.

#### 청구항 21

연마대상물을 지지하는 연마헤드와 정반 상에 설치되어 있는 연마체를 구비하고, 상기 연마체와 상기 연마대상물 사이에 연마제를 개재시킨 상태에서, 상기 연마체와 상기 연마대상물을 상대이동시킴으로써, 상기 연마대상물을 연마하는 연마장치로서,

상기 정반에 형성된 1개 이상의 개구부와, 상기 연마체에 형성된 1개 이상의 개구부와, 상기 연마체에 형성된 상기 개구부의 적어도 일부분을 막도록 설치되어 있는 챔프, 상기 챔프를 통해 상기 연마대상물의 연마면을 광학적으로 관찰하여 연마상태를 측정하는 장치와, 상기 챔프의 상기 연마대상물측 표면의 위치를 이동시키는 이동장치를 가지며, 상기 연마체에 형성된 상기 개구부와 상기 정반에 형성된 상기 개구부는 겹쳐져 있고, 상기 챔프는 상기 이동장치를 통해 상기 정반에 설치되는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 챔프의 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격을 검지하는 장치, 상기 연마체의 마모상태를 검지하는 장치, 또는 상기 양방을 검지하는 장치를 더 갖는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 챔프의 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격을 제어하는 제어장치를 더 갖는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 24

제 23 항에 있어서,

연마조건, 연마시간, 드레싱 조건 및 드레싱 시간으로부터 상기 연마체의 마모량을 예측하고, 상기 챔프의 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격을 제어하는 기능을 갖는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 25

제 23 항에 있어서,

상기 챔프의 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격이 일정해지도록 상기 이동장치를 제어하는 기능을 갖는 것을 특징으로 하는 연마장치.

#### 청구항 26

제 23 항에 있어서,

상기 챔프의 상기 연마대상물측 표면과 상기 연마대상물의 연마면과의 간격을 상기 정반의 회전에 동기하여 제어하는 기능을 갖는 것을 특징으로 하는 연마장치.

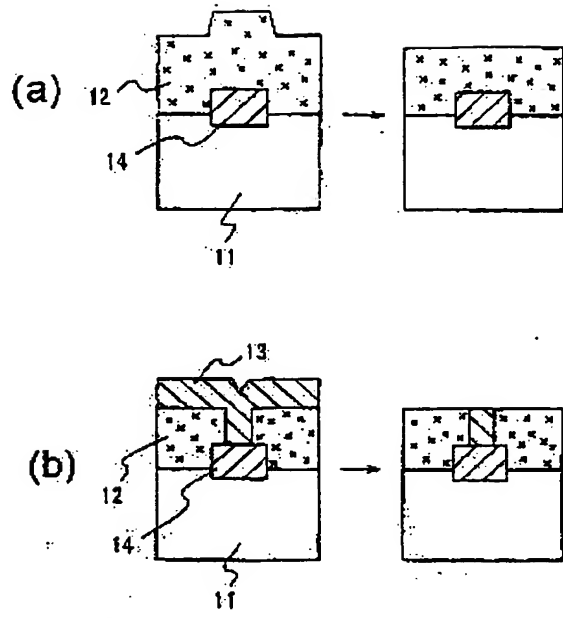
#### 청구항 27

제 16 항 내지 제 26 항에 기재되어 있는 장치 또는 방법 중 적어도 하나의 장치 또는 방법을 이용하는 것을 그 제조과정 중에 포함하는 특징으로 하는 반도체 디바이스의 제조방법.

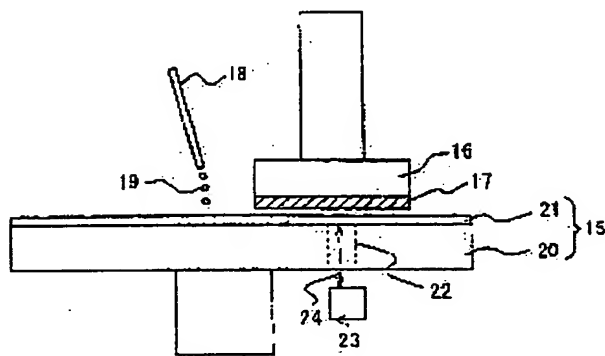
도면



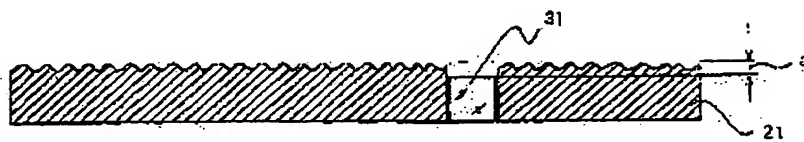
도 1



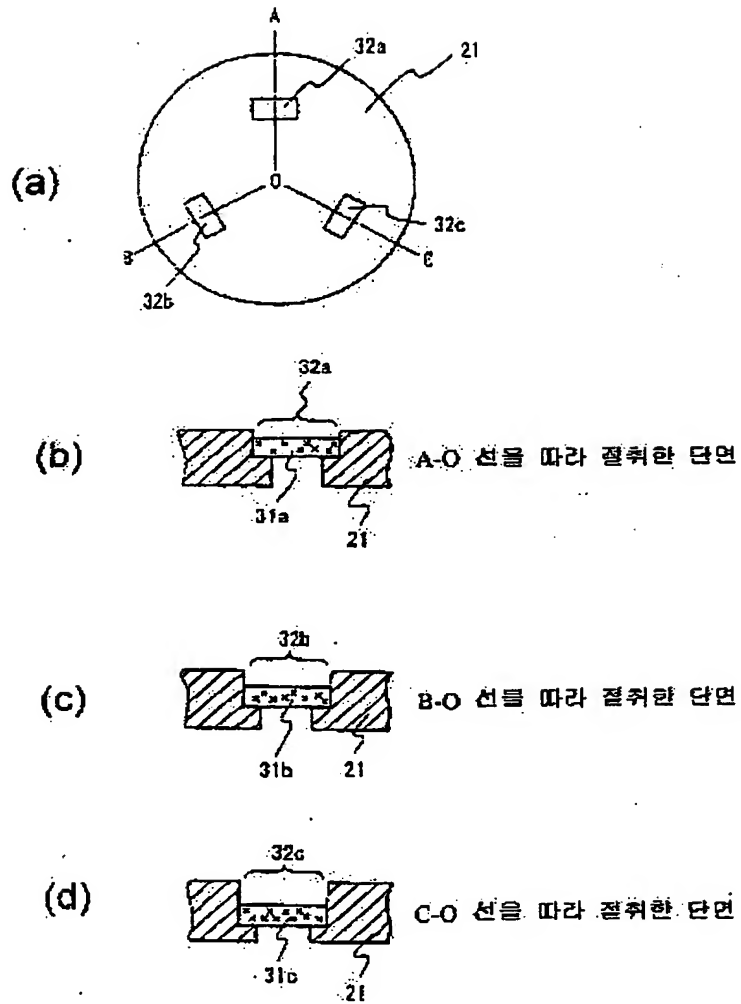
도 2



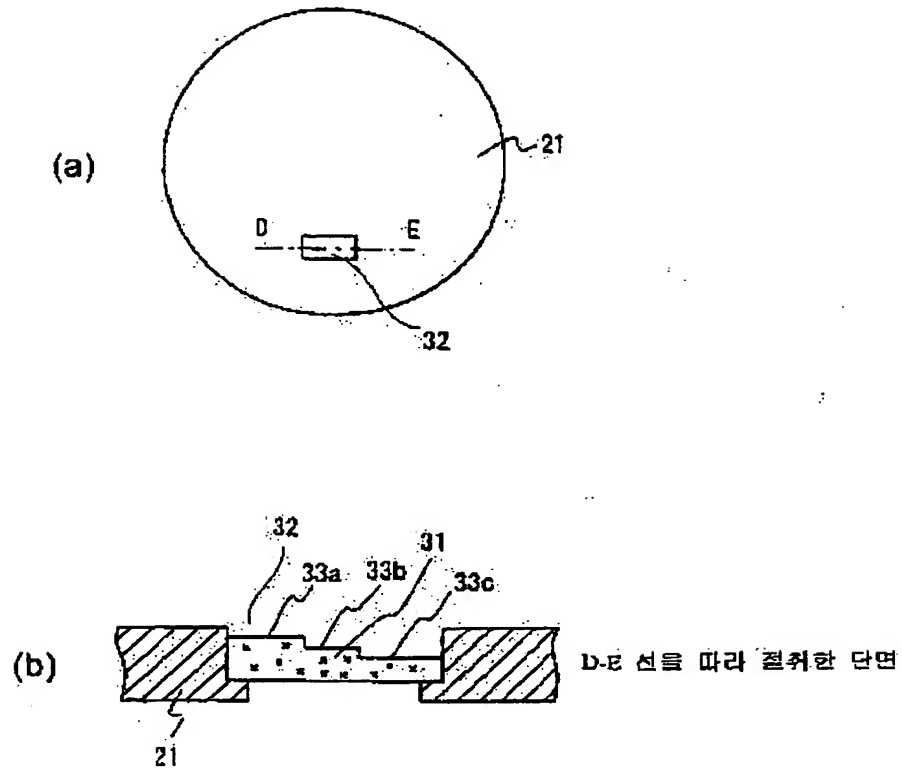
도 3



도 24

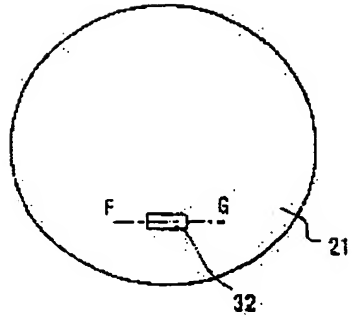


도 5

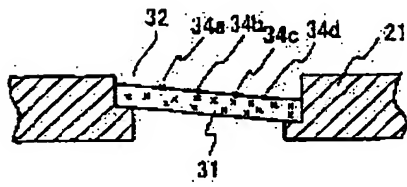


도 18

(a)

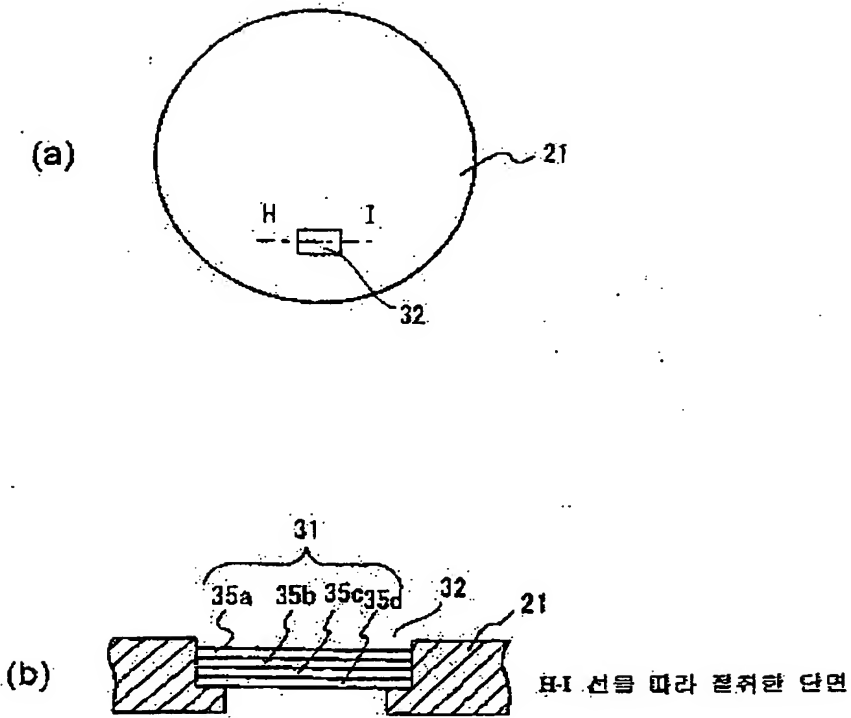


(b)

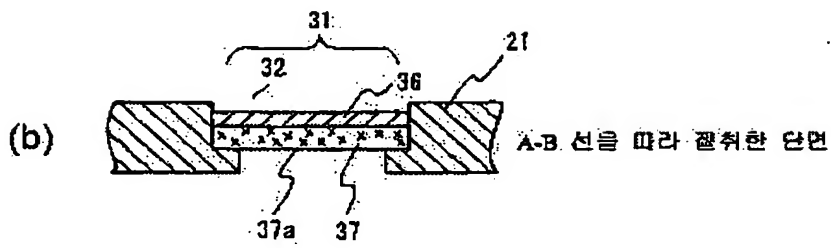
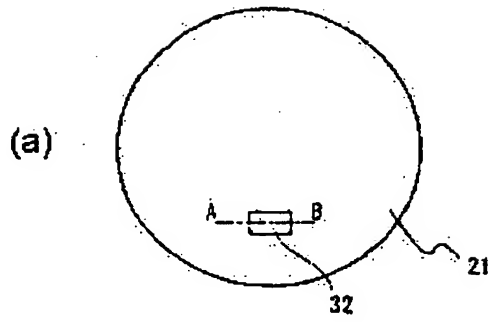


F-G 선을 따라 절취한 단면

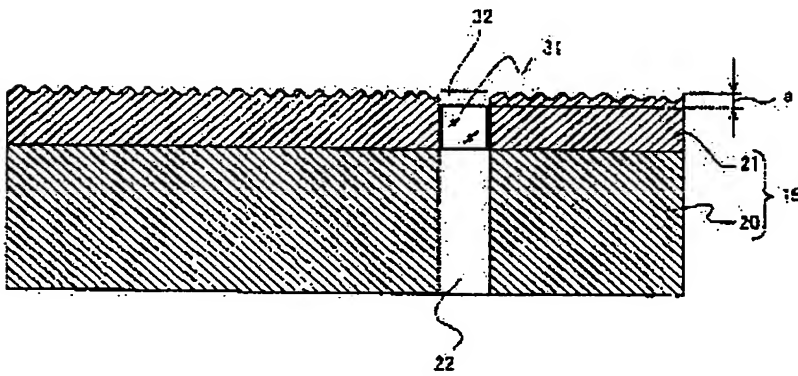
도 17



도 8

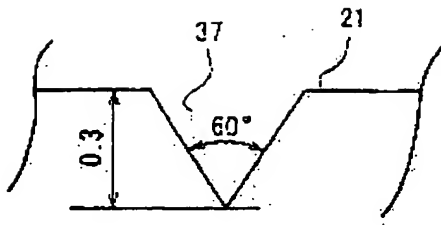


도 9

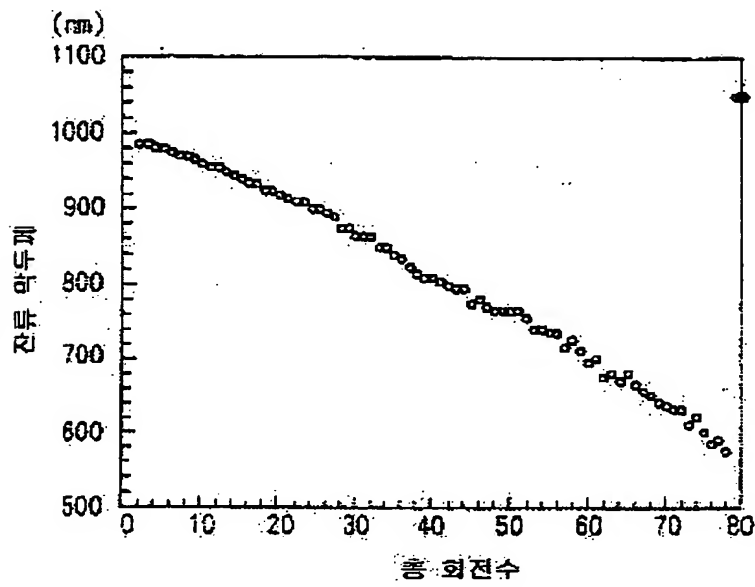




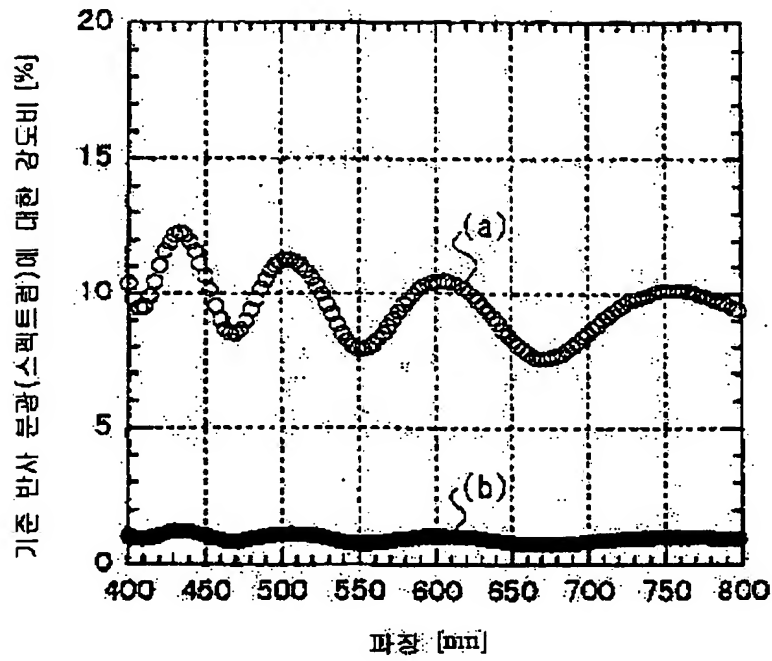
도면 10



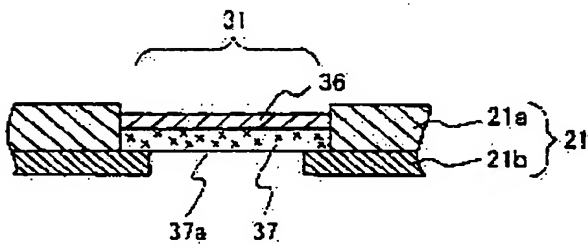
도면 11



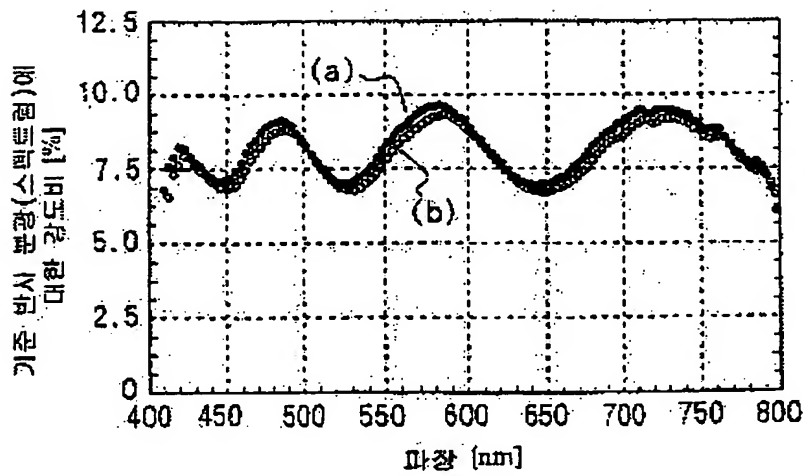
도면 12



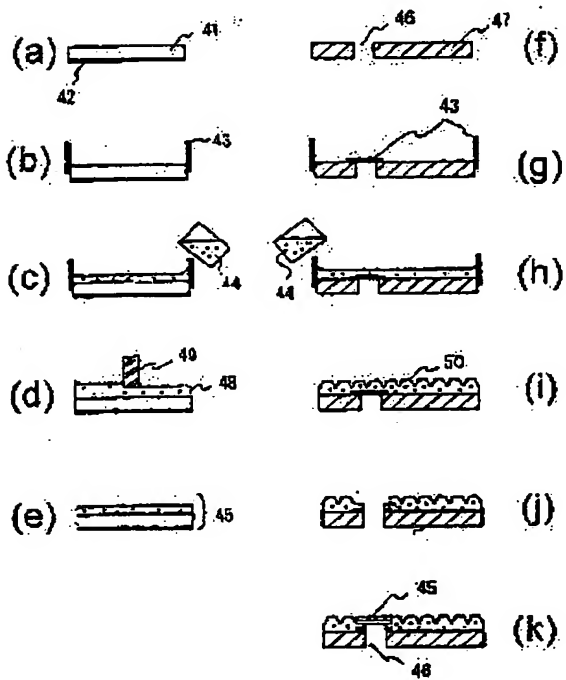
도면 13



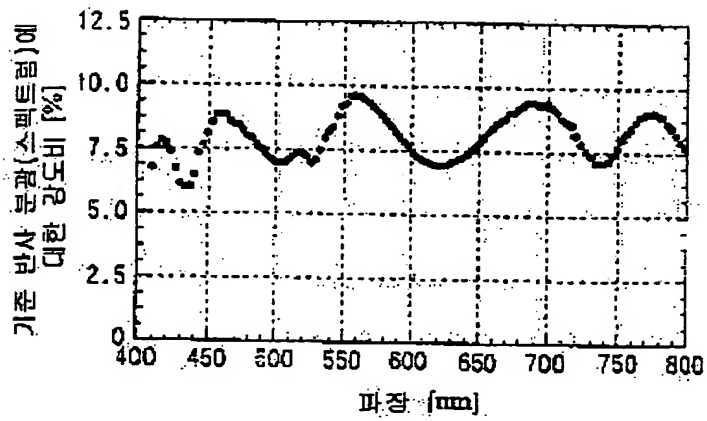
도면 14



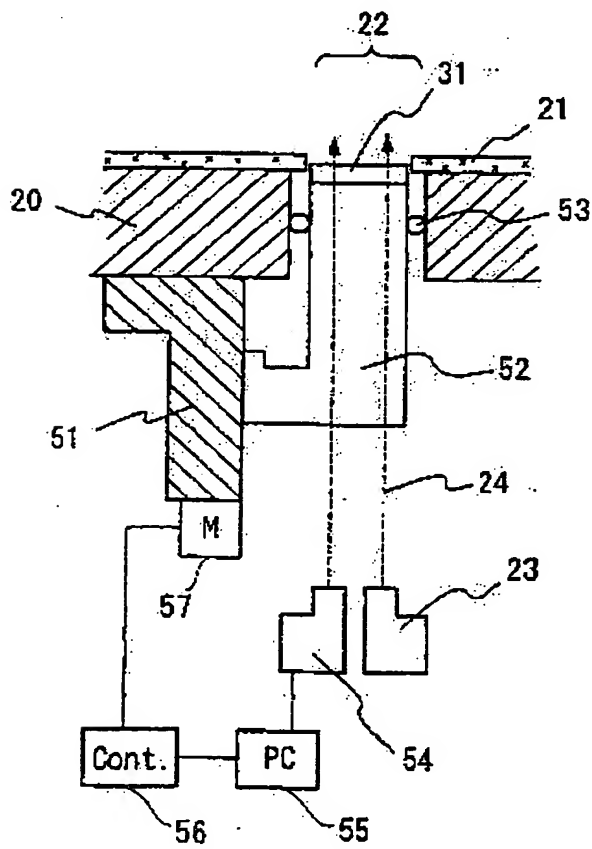
도면 15



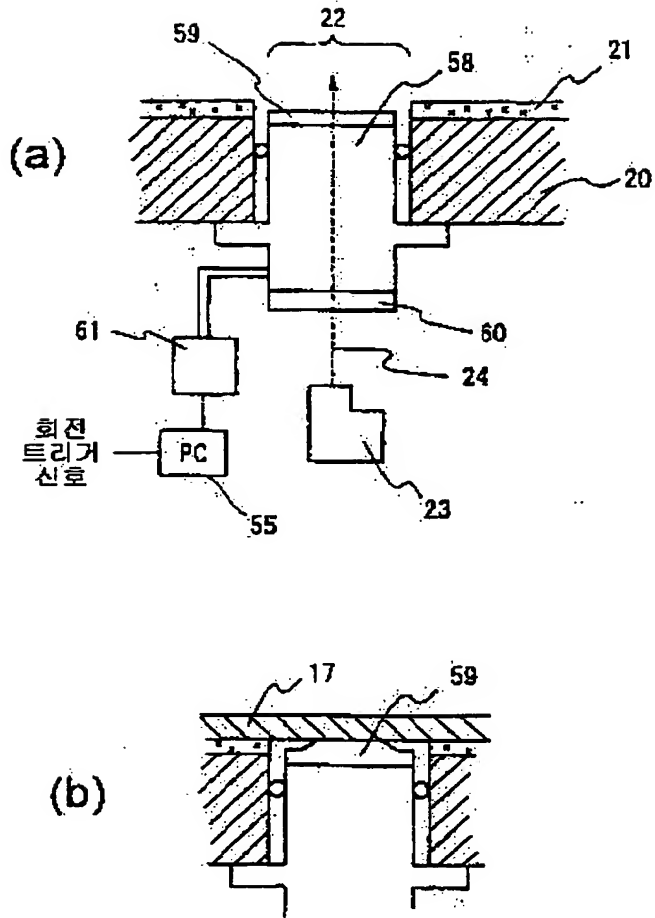
도면 18



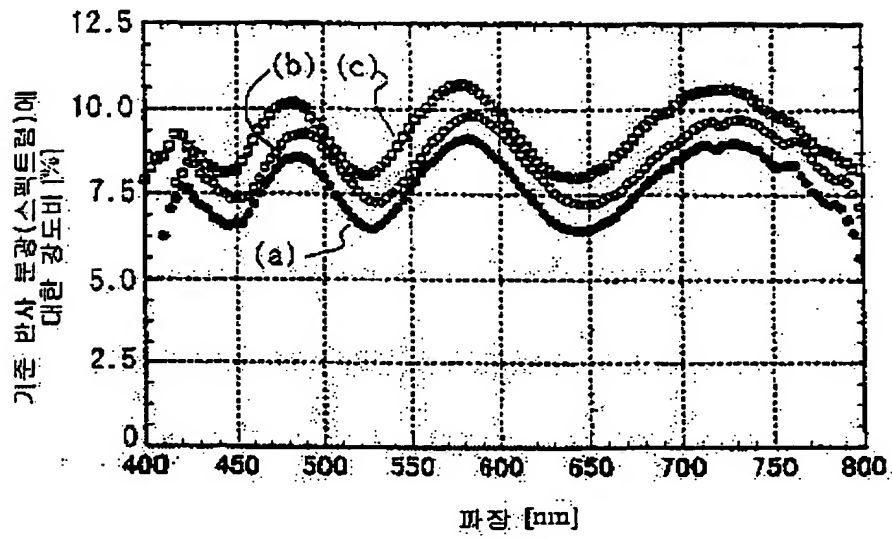
도면 17



도면 18



도면 19



도 20

